

53259

1960 APR 30

796

ACTA UNIVERSITATIS SZEGEDINENSIS

PARS CLIMATOLOGICA SCIENTIARUM NATURALIUM

CURAT: R. WAGNER



Kek

1-3

ACTA CLIMATOLOGICA

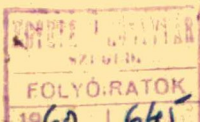
TOMUS I.

FASC. 1-4.



SZEGED (HUNGARIA)

1959



ACTA UNIVERSITATIS SZEGEDINENSIS**PARS CLIMATOLOGICA SCIENTIARUM NATURALIUM****CURAT: R. WAGNER****ACTA CLIMATOLOGICA****TOMUS I.****FASC. 1—4.****SZEGED (HUNGARIA)****1959**

ANGABEN ZUM MIKROKLIMA DER REISFELDER IN KOPÁNC S

Von

R. W A G N E R

Klimatologisches Institut der Universität Szeged

Die Erfolge unseres einheimischen Reisbaus werden durch die jährlich auftretenden Schäden gefährdet die meistens durch Bräunungskrankheit, *Bruzone* verursacht werden.

Auch die Forschungen, die auf der *Kopáncser Farm* des *Instituts für Reisbauforschung und Bewässerung von SZARVAS* seit 1956. im Gange sind, bezwecken die Aufklärung, der Ursachen des Auftretens der *Bruzone*.

Um diese komplexen Forschungen zu ergänzen, begann das *Klimatologische Institut der Universität von Szeged* seine Arbeit in Kopáncs (westlich von HÓD-MEZŐVÁSÁRHELY, 4 km von der THEISS entfernt).

Die Teilnahme an den Forschungen war notwendig geworden nicht nur um einen Umgebungsfaktor besser kennenzulernen, sondern auch weil man mit Recht annehmen kann, dass unter den Ursachen der Reis-Missernten das Wetter nicht die unbedeutendste Rolle spielen kann.

Das Wetter kann der direkte Faktor der Missernte sein beim Reis ebenso wie bei irgendwelcher anderer Pflanze; aber es kann auch indirekte Faktor Sein durch die Sicherung der günstigen Umgebungsbedingungen für die Reiskrankheit und die Schädlinge.

Das Ziel unserer Forschungen war es festzustellen welches die bestandsklimatischen Bedingungen sind, welche die Erkrankung des Reises oder die massenhafte Erscheinung der Schädlinge hindern bzw. fördern. Natürlich wollten wir vor Allen die mikroklimatischen Verhältnisse des Reisbestandes weiter forschen. Dieser Bericht kann bloss die Ergebnisse der bisherigen Forschungen, ohne Anspruch auf Vollkommenheit mitteilen.

Die Mikroklimaforschungen des Klimatologischen Instituts der Universität von SZEGED haben wir in KOPÁNC S am 6. Juni 1956. begonnen. Die erste Beobachtungsperiode dauerte bis zum 11. Juni, dann vom 18. Juli bis zum 16. September. Messungen wurden mit elektrischen Instrumenten (Luftthermometer, Bodenthermometer, Wasserthermometer) Tag und Nacht jede 15 Minuten, mit anderen Instrumenten (Assmannschen Psychrometern, Quecksilber-Bodenthermometern) in jeder Stunde genommen.

Visuelle Beobachtungen wurden ständig ausgeführt, und die Windrichtung und Windgeschwindigkeit wurden jede 15 Minuten gemessen.

Die Verteilung der Beobachtungsstationen ist in Abb. 1. dargestellt.

Station 1 war auf Sodaboden mit 60⁰/₀-iger Bedeckung gelegen, Station 2 in trockener neuer Saat in der Mitte des Feldes, Station 6 auf Sodaerde mit 100⁰/₀-iger Bedeckung, und Stationen 3, 4, 5, 7, und 8 auf überschwemmten Reisfeld.

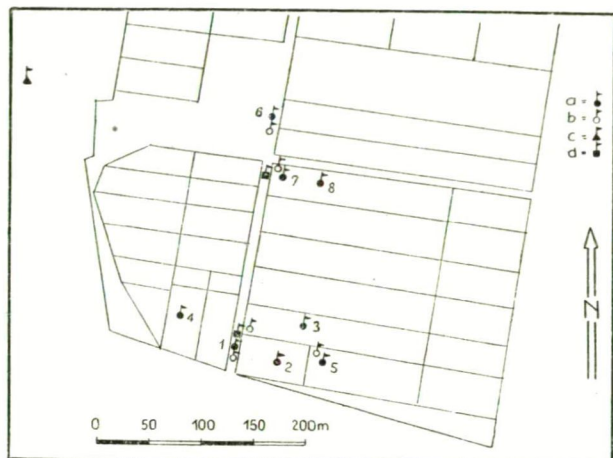


Abb. 1. Das Stationsnetz der Mikroklima-Forschung in Kopáncs in 1956. a = Mikroklimastation, b = Psychrometerstation, c = Klimastation, d = Beobachtungszentrum.

An den auf trockener Erde gelegenen Stationen wurde die Bodentemperatur in 2 und 10 cm, die Lufttemperatur in 5 und 150 cm gemessen. Auf den überschwemmten Reisfeldern, wurde die Bodentemperatur in 2 cm, die Wassertemperatur am Grund und in 2 cm unter dem Wasserspiegel, die Lufttemperatur in 10—12 cm über dem Wasser, im oberen Niveau der Vegetation und 150 cm über der Vegetation, dann ab Mitte August in 100 cm beobachtet.

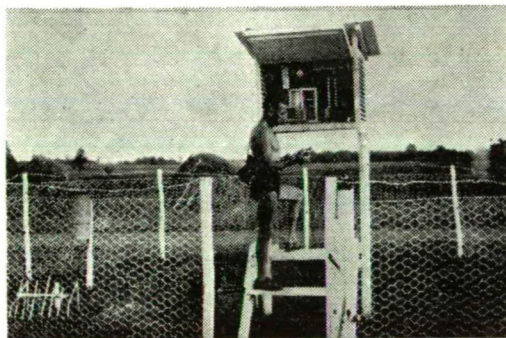


Bild. 1. Die aufgestellte klimatologische Station zur Mikroklimaforschung.

Luftfeuchtigkeitsmessungen wurden mit Assmannschen Psychrometern in 5 und 150 cm über dem Boden bzw. über dem Wasser ausgeführt.

An der Klimastation waren in einer internationalen Klimahütte ein Psychrometer, ein Maximum-Minimum-Thermometer, ein Haar-Luftfeuchtigkeitsmesser

und ein Baro-thermo-higrograph. Die Bodentemperatur wurde hier mit Quecksilberthermometern in 2, 5, 10 und 20 cm gemessen. Ausser dem Ombrometer wurde auch ein Campbell-Stokessche Sonnenscheinsdauermesser aufgestellt.

Vom Material unserer Mikroklimauntersuchungen wählen wir hier die charakteristischsten Tage und auf diesem Grunde wollen wir einige Eigentümlichkeiten des Klimas des Reisbestandes feststellen. In der heimischen Literatur sind die Forschungen von D. Berényi und I. Petrasovits bekannt. Aber die Vergleichung des Beobachtungsmaterials der zwei Untersuchungen mit dem Material von KOPÁNCs stösst auf Schwierigkeiten, weil die Beobachtungen mit verschiedenartigen Instrumenten ausgeführt wurden.

Im Laufe unserer Untersuchungen im Juni müssen wir die Angaben von

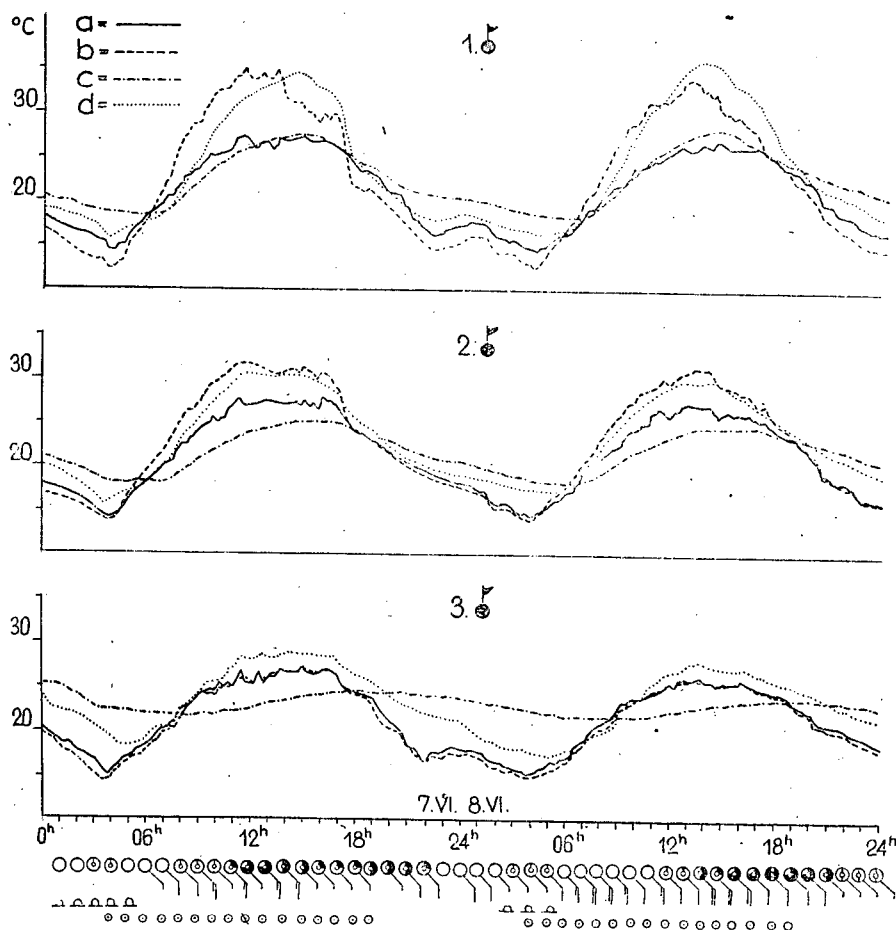


Abb. 2. Der tägliche Temperaturverlauf in Kopáncs, in 1956. 7. und 8. VI! 1. Station am sodahaltigen Boden, 2. Station in neuer Saat, auf trockenen Boden. An beiden: a = Lufttemperatur in 150 cm, b = Lufttemperatur in 10 cm, c = Bodentemperatur in 10 cm, d = Bodentemperatur in 2 cm. 3. Station am mit 12 cm-iger Wasserschicht bedeckten Reis. a = Temperatur in 150 cm, b = in 10 cm, c = Temperatur im Boden unter dem Wasser in 2 cm, d = 2 cm unter der Wasseroberfläche.

Die tägliche Schwankung der Lufttemperatur sowie der Bodentemperatur ist gross (Tabelle 1.).

*Die Maximum- und Minimumtemperaturen der Luft, des Bodens, des Wassers
in Kópáncs*

| Tag | | | 7. VI. | | | 8. VI. | | | 9. VI. 1956. | | |
|---|--------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Stationsnummer | | | 1. | 2. | 3. | 1. | 2. | 3. | 1. | 2. | 3. |
| Lufttemperatur °C | 5 cm | Max. Min. ▲ | 35,0 12,3 22,7 | 31,7 13,6 18,1 | 27,6 14,8 12,8 | 33,8 12,4 21,4 | 31,4 14,1 17,3 | 26,2 15,0 11,2 | 22,4 9,8 12,6 | 22,7 10,2 12,5 | 20,4 10,6 9,8 |
| | 150 cm | Max. Min. ▲ | 27,4 14,4 13,0 | 27,9 14,1 13,8 | 27,4 15,2 12,2 | 27,0 14,4 13,6 | 27,4 14,6 12,8 | 26,5 15,4 11,1 | 20,8 11,0 9,8 | 20,8 10,8 10,0 | 20,8 11,2 9,6 |
| Boden- temperatur °C | 2 cm | Max. Min. ▲ | 34,4 16,0 18,4 | 30,6 16,0 14,6 | | 35,8 16,4 19,4 | 29,9 16,7 13,2 | | 22,0 13,8 8,2 | 21,6 14,3 7,3 | |
| | 10 cm | Max. Min. . | 27,6 18,2 9,4 | 25,2 18,2 7,0 | | 28,2 18,0 10,2 | 24,7 18,2 6,5 | | 20,1 15,9 4,2 | 19,2 16,8 2,4 | |
| Wasser- temperatur °C | 2 cm | Max. Min. ▲ | | | 29,0 18,5 10,5 | | | 28,2 17,8 10,4 | | | 19,0 14,8 4,2 |
| Bodente- mperatur unter dem Wasser °C | 2 cm | Max. Min. ▲ | | | 24,8 20,8 4,0 | | | 24,0 21,8 2,2 | | | 19,8 17,5 2,3 |

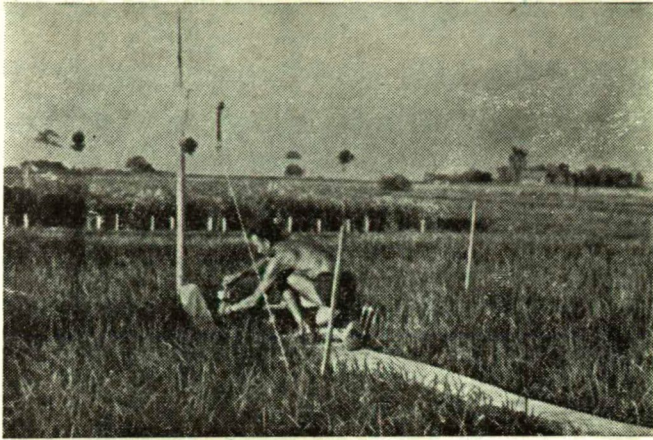


Bild. 2. *Psychrometrische Beobachtung an einer Reistafel.* Hinter dem Beobachter sind die zur Kontrolle der elektrischen Thermometer aufgestellten Quecksilber Wasser- und Bodenthermometer zu sehen.

Über dem überschwemmten Reisfeld ist der Temperaturgradient zwischen den 5 und 150 cm Niveaus Tag und Nacht gering. In der Periode der Ausstrahlung ist die Temperatur im 5 cm-Niveau um 1,0—0,5° C tiefer als in 150 cm Höhe. Nach unseren Beobachtungen vom Juni 1956. ist das Bewässerungswasser ausgenommen

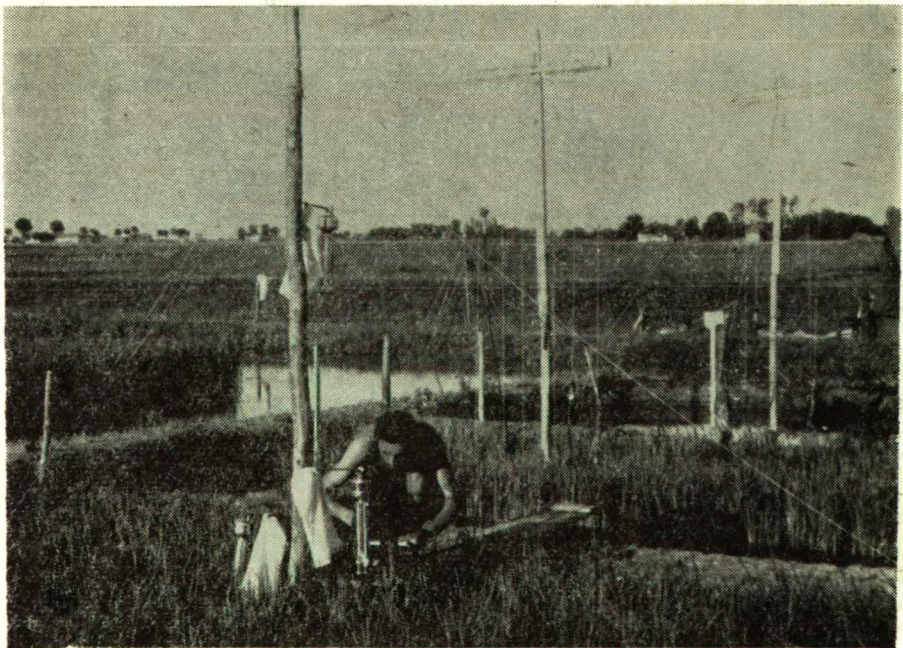


Bild. 3. *Psychrometrische Beobachtung an einer Untersuchungsparzelle.*

zwischen 7—10^h, immer wärmer als die darüberliegende Luftschicht. In den Mittagsstunden kann es um 2—3° C, Nachts um 4—5° C wärmer sein als die darüberliegende Luftschicht.

Im Tagesgang der Luft- und der Wassertemperatur zeigt sich ein kleiner Unterschied; das Minimum der Lufttemperatur setzt vor 4 Uhr ein, das Minimum der Wassertemperatur um 5 Uhr.

Die Erwärmung des Wassers beginnt später, und ist die Ursache davon, dass die Temperatur der Luft in den Morgenstunden etwas höher ist als die des Wassers. Am Abend ist die Abkühlung des Wassers langsam, die der Luft schneller. Zu dieser Gestaltung des Tagesganges der Wassertemperatur trägt der Reisbestand unter Wasser bei, welche die Erwärmung des Wassers fördert und seine Abkühlung ermässigt.

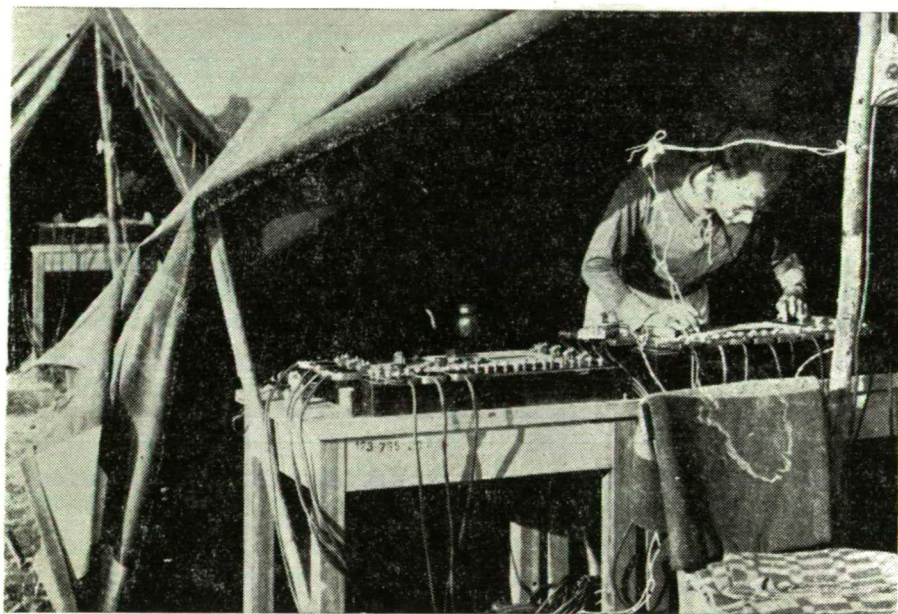


Bild. 4. Zentren der elektrischen Thermometer.

Die Bodentemperatur unter Wasser hat eine sehr kleine Amplitude (Tabelle 1.). Die Temperaturminima dieses Niveaus können zwischen 7—9 Uhr, seine Maxima um 20 Uhr beobachtet werden. Während der Nacht ist die Bodentemperatur unter dem Wasser sogar um 3—4° C wärmer als die Temperatur des Wassers in 2 cm Tiefe. Während des Tages dagegen kann das Wasser wegen des unterschiedlichen Ganges der Erwärmung um mehr als 5° C wärmer sein als der Boden darunter.

In der neuen Saat (Station 2.) sind die Gänge der Temperatur ähnlich den Temperaturgänge von Station 1, nur sind die Temperaturamplituden kleiner. Dass die Erwärmung am 10 Juni geringer war, kann mit der Durchnässtheit des aufgelockerten Bodens erklärt werden. Die unbebaute Sodaerde erwärmt sich stärker. Der Unterschied in der Erwärmung ist gross in der 2 cm Schicht des

Bodens; am 7 und 8, betrug der Temperaturunterschied zwischen den zwei gleichen Bodenniveaus 3,8 und 5,9° C.

Bei einem Vergleich der Temperaturverhältnisse der drei Stationen müssen wir feststellen, dass *die tägliche Amplitude der Lufttemperatur, über dem Wasser am kleinsten ist, hier sind die Minima am höchsten und die Maxima am tiefsten.*

Auf diesem Grunde kann man sagen, dass das Bewässerungswasser des Reises nachts eine erwärmende, tags eine kühlende Wirkung auf die mit ihm in Berührung stehende Luftschicht ausübt.

In 150 cm Höhe über den drei verschiedenen Substraten kommen in den maximalen Werten der Temperatur keine bedeutenden Unterschiede vor. (Tabelle 1.)

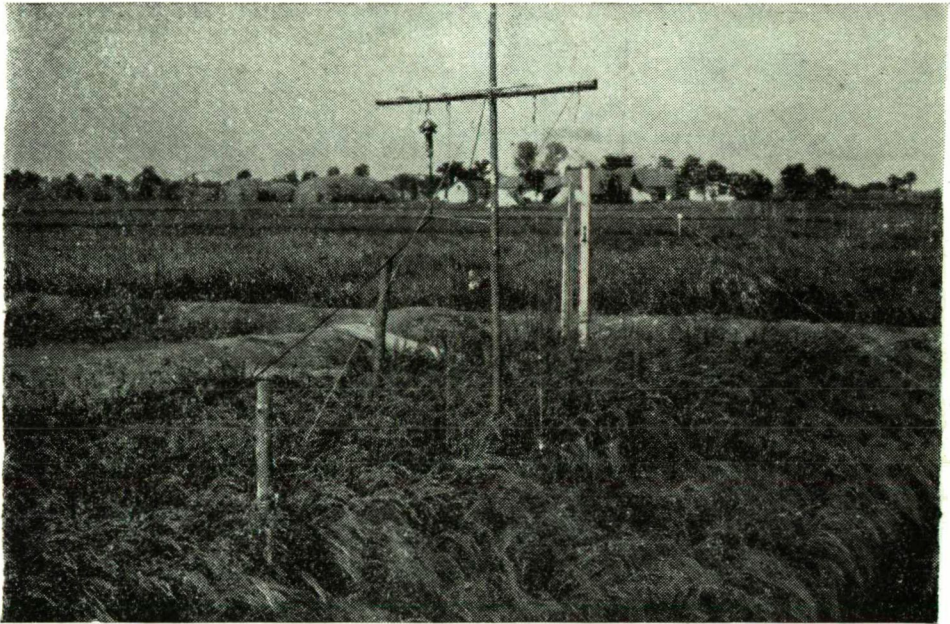


Bild 5. Lagerung der elektrischen Thermometer im Reisbestand.

Der relative Luftfeuchtigkeit zwischen 15—17 Uhr an heiteren Tagen ist über der Sodaerde am geringsten. In der Nähe des an Vegetation armen Bodens ist die relative Luftfeuchtigkeit in 5 cm Höhe wegen der starken Erwärmung geringer als, in 150 cm Höhe. Dieser Zustand dauert fort solange der vertikale Temperaturgradient positiv ist. Am 7. Juni sank die Luftfeuchtigkeit in 5 cm auf 26%, am 8. auf 37%, am 10. auf 47%. In 150 cm war der niedrigste Wert 30%—39% und 47%. Nacht betrug der Unterschied zwischen den relativen Werten der Luftfeuchtigkeit nur einige Prozente, aber oft war der Luftfeuchtigkeit im 150 cm-Niveau.

In 5 cm über dem Wasserspiegel ist die Luft gewöhnlich reicher an Wasserdampf, im 150 cm-Niveau sind die Werte um 10—15, ja sogar um 20% niedriger. Nachts schrumpfen diese Unterschiede auf einige Prozente zusammen.

Die niedrigsten Werten der relative Luftfeuchtigkeit am 7. VI. in 5 cm 41, in 150 cm 31, am 8. VI. 46 und 42, am 9. 70 und 60, am 10. 66 und 48%. Die Luftfeuchtigkeitsverhältnisse in den zwei Mikroklimaräumen sind ganz verschieden, obwohl die Sodaerde im Vergleich mit den Wasserflächen geringe Ausdehnung hat.

Die fast zwei Monate lang dauernde ununterbrochene Beobachtung ermöglicht es, die Mikroklimaverhältnisse solcher heisse Tage zu untersuchen, nach denen manchmal eine bedeutende Abkühlung erfolgte. Man kann nämlich annehmen, dass die Wetterbedingungen der Reiskrankheit durch rasche Abkühlung nach den grossen Hitzeperioden, durch Frontdurchgänge geschaffen werden.

Mit Rücksicht auf die Sonnenscheindauer—Verhältnisse muss man auch die Tage 7.—8., sowie 21.—22. August in Betracht nehmen. Besonders die letzteren Tage scheinen wichtig zu sein, weil im Sommer des Jahres 1956. war der Unterschied der Lufttemperaturmaxima der zwei aufeinander folgenden Tage zu dieser Zeit am grössten. (In SZEGED $\Delta = 11,3^\circ \text{C}$, in KOPÁNC S $\Delta = 11,3^\circ \text{C}$.)

Auf Grund unserer Beobachtungen im Juli kann man feststellen, dass sich im Reisbestand mit 40—45 cm hohem Rispenniveau ein eigenartiges Mikroklima ausbildet. Die Lufttemperatur ist an windstillen Tagen oder wenn die Luftbewe-

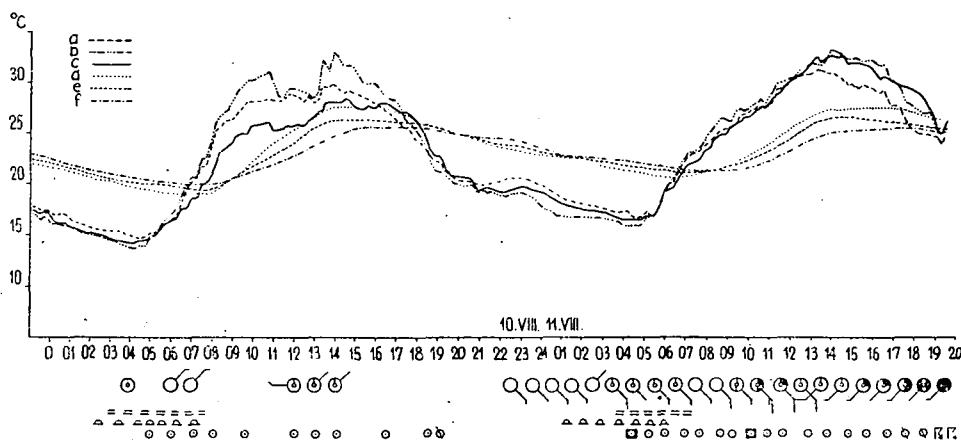


Abb. 3. Der tägliche Temperaturverlauf in Kopáncs, in 1956. 10. und 11. VIII. Die Höhe des Reisbestandes ist 55 cm. Wasserhöhe 14 cm. Lufttemperatur: a = in 10 cm, b = im Rispenniveau, c = 150 cm hoch über der Vegetation; Wassertemperatur: d = 2 cm unter der Wasseroberfläche, e = am Grund (14 cm); Bodentemperatur unter dem Wasser: f = in 2 cm.

gung leicht ist, bis an die Nachmittagsstunden im Vegetationsniveau am höchsten, der innere Teil des Bestandes ist (um 1—2° C) kühler. Die Wassertemperaturwerte in 2 cm unter dem Spiegel des Bewässerungswassers sind tags am höchsten, am Grund des Wassers (15 cm) ist die Temperatur um 0,5—1,0° C tiefer, im Boden unter dem Wasser (in 2 cm Tiefe) zeigt das Thermometer um weitere 1,0—1,5° C weniger.

Ebenso auf Grund dieser Beobachtungen kann man beweisen dass die Temperatur des Reisbestandes bei Tag kühler ist als die seiner Umgebung. Zum Beispiel war die Lufttemperatur um 13 Uhr am 19. Juli 24,0° C in 12 cm über dem Wasserspiegel; in 5 cm über der Sodaerde war sie zur gleichen Zeit 28,0° C. Im

Vergleich mit der Sodaerde ist die Luft innerhalb des Reisbestandes auch in anderen Zeitpunkten während des Tages *immer kühler*. In stillen, heiteren Nächten dagegen ist das *innere des Reisbestandes um einige zehntel Grade wärmer als der offene Raum*. Mit dem Obigen möchten wir die diesbezüglichen Feststellungen von D. Berényi die er auf Grund von Beobachtungen im Juli eines anderen Jahres gemacht hat unterstützen.

Die Untersuchung des Reisbestandes erfasst vier verschiedene Schichten. Dies sind: die Luftschicht über dem Bestand, der Planezenbestand des Reises, die Wasserdecke und die darunterliegende Bodenschicht (Abb. 3.). Diese Schichten beeinflussen einander direkt in ihrer Berührungszone aber sie haben auch indirekte Wirkungen aufeinander.

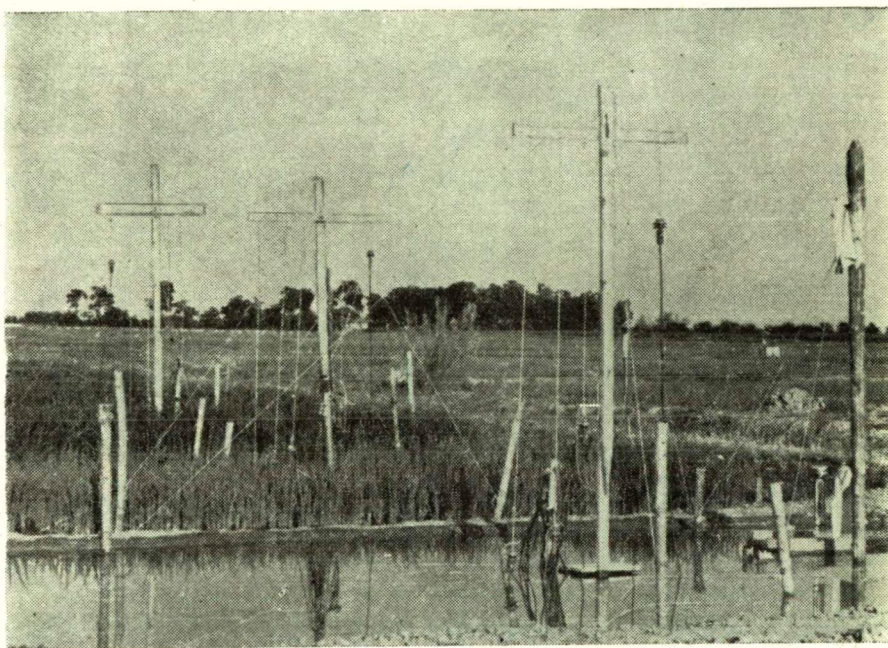


Bild. 6. Mikroklimastationen im Reisbestand. Im Vordergrund die mit Reis nicht angebaute und unter Wasser gesetzte Parzelle.

Die Abkühlung der Wasserdecke des Reisfeldes erfolgt an stillen, heiteren Tagen von oben nach unten. Bei ihrer Erwärmung kann auch der Wassergrund eine Rolle spielen. Die Temperatur des Wassers hängt von den Temperaturverhältnissen der Luftschicht des Pflanzenbestandes, aber auch von den Strahlungsverhältnissen ab. Die Abkühlung der Wasserschicht wird durch die Unterwasser-Bodenschicht gehindert, weil die Letztere der mit ihr in Berührung stehenden Wasserschicht Wärme übergibt.

Die Temperatur des Unterwasser-Bodens erreicht — nach unseren Beobachtungen am 6—7. August — ihr Minimum gegen 7 Uhr morgens, ihr Maximum um 18. Uhr. Der Temperaturunterschied war $5,8^{\circ}\text{C}$. Nach den Beobachtungen am 7.—8. August setzte das Minimum um 12—13 Uhr, dann wurde es verhältnis-

mässig rasch wärmer und um 15—16 Uhr setzte das Maximum ein. Die Temperaturamplitude zu dieser Tageszeit betrug nur 3,8° C. Es muss bemerkt werden dass die Werte der Bodentemperatur in der Nacht des 7—8 höher waren, aber sie nahmen immer ab bis zum Zeitpunkt des obenerwähnten Minimums.

Nach unseren Beobachtungen setzte das Minimum der Bodentemperatur am 21. August ebenso zwischen 7—9 Uhr, das Maximum zwischen 16—17 Uhr ein. Am 22. August war das Minimum um 6—7 Uhr, das Maximum um 16—17 Uhr, die Schwankung der Temperatur war 4,4° C.

Von den vier, als Beispiel erwähnten Tagen war das Wetter am 7. und 21. August heiter und warm, am 8. kühl mit Wolkendurchzug am 22. stürmisch, meist bewölkt. Zu Beginn des Monats war das Rispenniveau 50 cm, am 20. August 90—100 cm hoch.

Die in 2 cm unter dem Wasser gemessenen Werte der Wassertemperatur erreichten an den genannten Tagen ihr Minimum um 7 Uhr, ihr Maximum zwischen 15—16 Uhr. Das Minimum setzte am stürmischen Frühlmorgen den 22-ten um 5 Uhr ein; am 21. war die Temperatur des Wassers um 14 Uhr am wärmsten. Tabelle 2 gibt einen Überblick von der Temperaturwerten.

Am Wassergrund setzten die Temperaturminima um 7 Uhr (am 22. VIII. um 8 Uhr), die Maxima um 15, 16, 17 und 18 Uhr ein.

Wie es aus der Tabelle ersichtlich ist, sind die täglichen Temperaturamplituden in der Nähe der Wasseroberflächen immer grösser als am Wassergrund. Diese Werte sind an heiteren, warmen Tagen (am 7. und 21.) unter der Wasseroberfläche am grössten. Die Grösse der Temperaturamplitude am 22. wurde durch die niedrige Temperatur der von Gewitter abgekühlten Wasseroberfläche verursacht. (Tabelle II.)

TABELLE II.

Die Temperatur des Wassers °C

| Tag | In 2 cm unter der Wasseroberfläche | | | Auf dem Grund des Wassers | | |
|-------|------------------------------------|------|-----|---------------------------|------|-----|
| | min. | max. | ▲ | max. | min. | ▲ |
| VIII. | | | | | | |
| 7. | 21,2 | 29,4 | 8,2 | 27,8 | 21,2 | 6,6 |
| 8. | 19,3 | 25,2 | 5,9 | 24,8 | 20,2 | 4,6 |
| 21. | 21,4 | 28,7 | 7,3 | 26,6 | 21,8 | 4,8 |
| 22. | 15,8 | 25,2 | 9,4 | 24,6 | 19,6 | 5,0 |

Die Bodenschicht unter dem Wasser und die Wasserschicht machen das Mikroklima des Reisbestandes sehr verschieden von dem der trockenen Getreidearten.

Abb. 4. zeigt die Gestaltung der Lufttemperaturverhältnisse des Reisbestandes an einem heiteren, warmen Tag. Nachts befindet sich die aktive Oberfläche im Rispenniveau des Pflanzenbestandes. Die Wasseroberfläche gibt der darüberliegenden Luftschicht Wärme ab, aber zugleich wird aus der Wasserschicht Wärme in den noch weniger warmen Boden geleitet. Infolgedessen kühlt sich die Wasserschicht ab und um 23 Uhr befindet sich ihr wärmstes Niveau nicht in der

Nähe der Wasseroberfläche, sondern 7 cm darunter. Um 0^h30^m befindet sich die wärmste Schicht des Wassers am Grunde, und die Wärme strömt von dort nach der warmen Oberfläche, wovon Wärme ununterbrochen der darüberliegenden Luftschicht übergeben wird. Da der Boden sich langsamer abkühlt als die darüberliegende Wasserschicht, er gibt ihr auch weitere Wärme ab.

Nach Sonnenaufgang erwärmt sich die Schicht des Rispeninveaus am frühesten, die Wasserschicht im Schatten der Vegetation sowie der Boden kühlen weiter bis 7 Uhr, wenn die Lufttemperatur des Reisbestandes in der Nähe der Wasseroberfläche die Temperatur des Wassers erreicht. Das schnelle Ansteigen der Lufttemperatur und die Sonnenstrahlung fördern die langsame Erwärmung der Wasserdecke. Die Erwärmung des Wassers geschieht aus zwei Richtungen von oben nach unten und von unten, vom Boden aufwärts.

Im Vergleich mit der schnellen Temperaturerhöhung der Luft erfolgt die Erwärmung der Wasserschicht verspätet. Es ist sehr auffallend, wie langsam sich die Wärme im Unterwasserboden verbreitet. Die Folge dessen ist, dass es in der nur 14 cm dicken Wasserschicht auch einen Temperaturunterschied von ungefähr 2° C gibt.

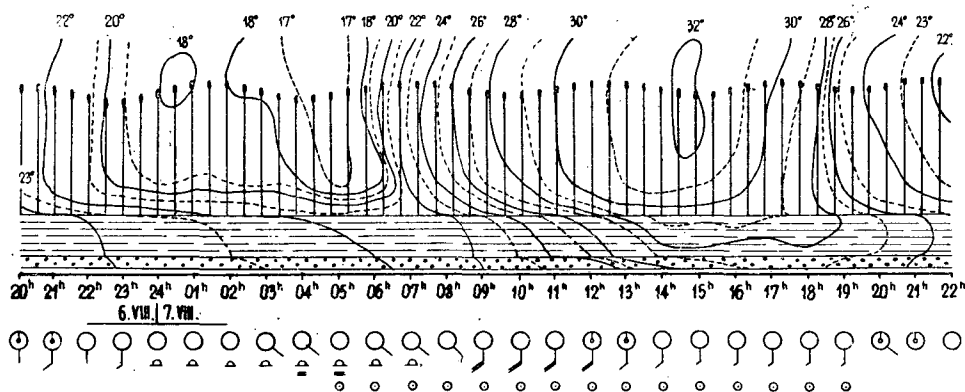


Abb. 4. Temperaturisoplethen in Kopáncs, in 1956. 6., 7. VIII. Höhe des Reises 45—50 cm. Der Reisbestand wurde mit senkrechten Linien gezeichnet. Die Dicke des Wasserschichtes (mit waagrecht^en abgerissenen Linien gezeichnet): 14 cm. Zum Zeichnen des Bodens wurden puntförmige Fleckchen benützt. An der Abbildung sind auch die meteorologischen Zeichen, welche die Bewölkung, die Richtung und Stärke des Windes, den Tau, die Luftfeuchtigkeit und die Sonnenschein zeigen.

Nach dem Beweis der Abb. 4. ist der annähernd horizontale Lauf der Isoplethen, besonders in der Nacht auf die Luftschichten in der Nähe der Wasseroberfläche charakteristisch, aber auch während des Tages findet man in dieser ungefähr 15 cm dicken Luftschicht einen Temperaturgradient von 3—4° C. In dieser Grenzschicht, wo sich die thermische Wirkung des Wassers mit der Temperatur des Bestandes entgegengesetzt geltend macht, ist die relative Luftfeuchtigkeit hoch.

Nachts schwankt er zwischen 90—100% und im Vergleich mit den in 1 m Höhe über dem Rispenniveau gemessenen Luftfeuchtigkeitswerten ist er um 10% grösser (ausgenommen die Periode zwischen 3—6 Uhr morgens, wenn die Feuchtigkeit auch in diesem Niveau mehr als 90% beträgt). Am Tage sank das Mini-

zum über dem Bestand gemessenen Werte auf 39%, zwischen 10 und 18 Uhr hat das Minimum 60%; nicht erreicht nach unseren 5 cm über dem Wasser gemessenen Angaben schwankte die Luftfeuchtigkeit in den gegebenen Stunden zwischen 62—82%. Nach 19 Uhr stieg der Wert der Luftfeuchtigkeit in der Nähe des Wassers über 90% während in 150 cm Höhe Werte von 65—77% gefunden wurden.

In der Nacht am 21. August war die relative Feuchtigkeit der Luft in 5 cm über der Wasseroberfläche 88—98%, während des Tages war er um 60%, nur um 15^h und 16^h war es trockener (56—58%).

Bei den Psychrometermessungen über der Wasserfläche mussten wir im Pflanzenbestand einen Weg austreten um die Ablesungen zu erleichtern. Man kann also annehmen, dass die Luftfeuchtigkeitswerte im ungestörten Pflanzenbestand in der Wirklichkeit höher waren.

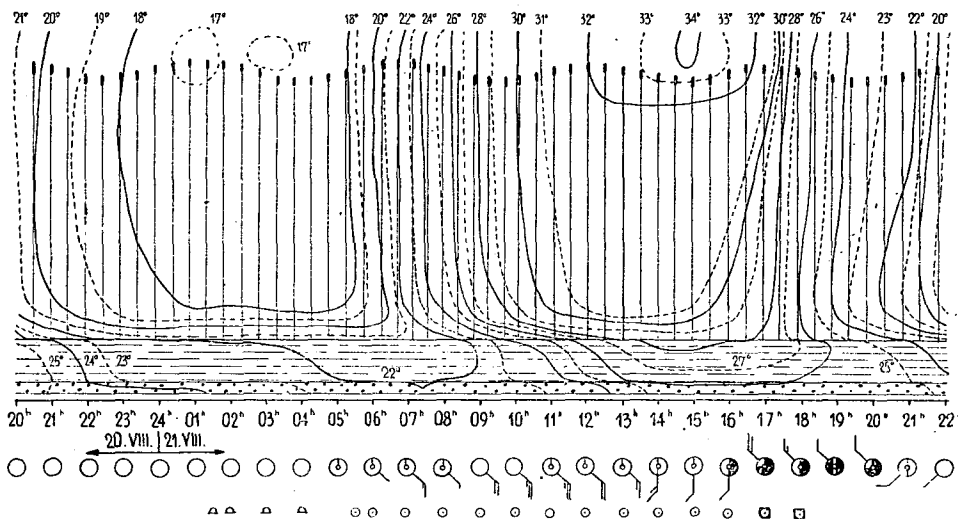


Abb. 5. Temperaturisoplethen in Kopáncs, in 1956. 20–21. VIII. Die Reishöhe 90–100 cm. Dicke der Wasserschicht 14 cm. Zeichen wie bei Abb. 4. Der kleine leere konzentrische Kreis in den Stationskreisen bedeutet, dass im Zenit keine Wolken waren. Die durch die Bewölkung kommende Sonnenschein stellen wir mit dem in Viereck gezeichnetem Zeichen der Sonnenschein dar.

Am 22. um 0^h40^m beobachteten wir ein leichtes Gewitter. Schon vor Mitternacht begann es zu rieseln und ab 2 Uhr regnete es. Das Gewitter wurde heftig um 4 Uhr und der Niederschlag war auch stark. Infolge des stürmischen Regens sank die Temperatur der oberen- 2 cm-Schicht des Wassers schon vor 5 Uhr unter 16,0° C. Dieser Wert der Abkühlung verbreitete sich aber nur einige cm nach unten. Dann war die Temperatur des Wassers am Grund, aber auch die Temperatur des Bodens selbst noch 20,4° C. So ist es verständlich, dass sich die abgekühlte obere Wasserschicht durch Wärmenachschub von unten bis 5^h40^m wieder auf 16,0° C erwärmte und um 6^h30^m war schon die ganze Wassermenge wärmer als 17,0° C.

Die Temperatur des Wassers von dem Gewitter war die gleiche wie 24 Stunden vorher. Seine tiefste Temperatur erreichte es um 5 Uhr am 22. und das war

um $5,6^{\circ}\text{C}$ tiefer als um 5 Uhr 21. Im Laufe der Erwärmung am 22. blieb der höchste Wert der Wassertemperatur um $3,2^{\circ}\text{C}$ unter dem Wert des vorigen Tages und so, wenn die ganze 24 stündige Periode in Betracht genommen wird, kann die Abkühlung der Wasserschicht als bedeutend bezeichnet werden (Abb. 5 und 6.).

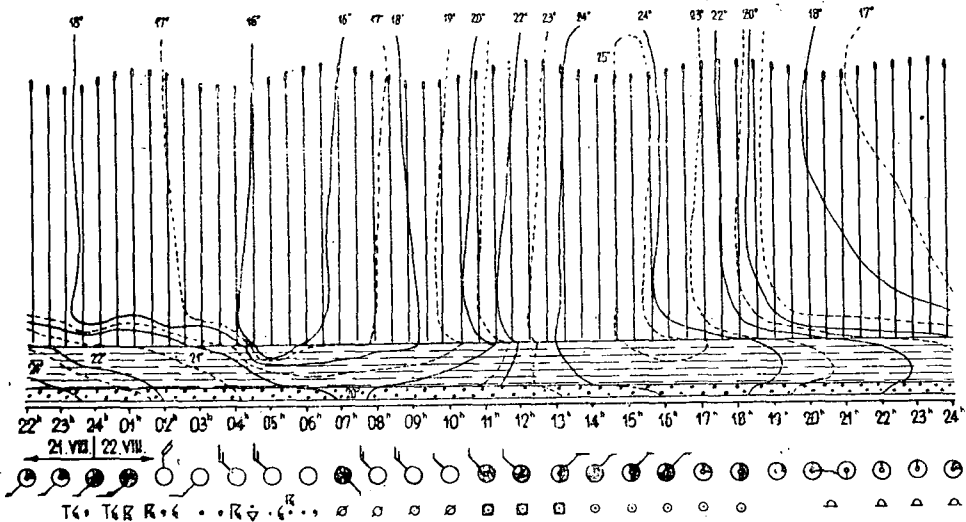


Abb. 6. Temperaturisoplethen in Kopáncs, in 1956. 21–22. VIII. Zeichen wie bei Abb. 5. Die durchgestrichenen Kreise zeigen den Mangel der Sonnenschein.

Die Abkühlung des Wassers, die mässige Erwärmung der Luft zur Folge hatten, dass sich *in den Tagesstunden der auf das Reisfeld charakteristische wassernahe grosse vertikale Temperaturgradient* nicht bildete. Das ist in Abb. 5 und 6 ersichtlich; am 21. ordnen sich die Isoplethen über dem Wasserspiegel fast parallel damit. Am 22. fehlt diese Temperaturverteilung. Offenbar lassen sich auch die niedrigeren Werte der relative Luftfeuchtigkeit gehalten dadurch erklären.

Ausser der grundlicheren Erkenntnis der mikroklimatischen Verhältnisse der überschwemmten Reisbestandes kann man auf Grund unserer Untersuchungen, die wir im Sommer 1956 durchgeführten — wenn wir die Wetterverhältnisse der vergangenen Jahre und das Mass des Auftretens der Erkrankungen in Betracht nehmen — feststellen, dass auf mikroklimatische Einflüsse verschiedene Krankheiten auftreten können, diese sollten voneinander unterschieden werden. So ist zum Beispiel die den »Nebelschaden« verursachende mikroklimatisches Grund im Rispenniveau zu suchen.

In diesem Fall ist der vertikale Gradient der Temperatur wesentlich anders als bei wolkeigem Wetter. *In unbewölkten Nächten ist die Lufttemperatur im Rispenniveau am tiefsten*, darüber — wenn auch unbedeutend — ist die Luft wärmer. Im Pflanzenbestand ist die Temperatur mit mehreren Graden höher als im Rispenniveau, besonders in der Nähe des Bewässerungswassers. Das Bewässerungswasser selbst ist warm; und warm ist auch die darunterliegende Bodenschicht. *Wenn das Rispenniveau geschlossen ist, ist der Lufteraum des Pflan-*

zenbestandes in der Nacht und am Fröhnmorgen wärmer als vor dem Schliessen. Derselbe Unterschied kann beobachtet werden zwischen dem dichten und dem dünnen Bestand.

So ist die Temperatur im geschlossenen und auch im nichtgeschlossenen Bestand wesentlich höher als im Rispeniveau, wo sich auch die seichte Nebelschicht bildet. Die Nebelkörnchen von der Grösse eines Mikrons schlagen sich auf die Rispe nieder und überziehen sie mit einer sehr feinen Wasserschicht.

An heiteren Tagen ist zwar die Temperatur des Wassers und des Bodens des Reises höher als bei Nacht, doch ist dies die kühlste Zone des Lebensraumes der Vegetation. Das Wurzelsystem der Vegetation befindet sich in der Schicht der

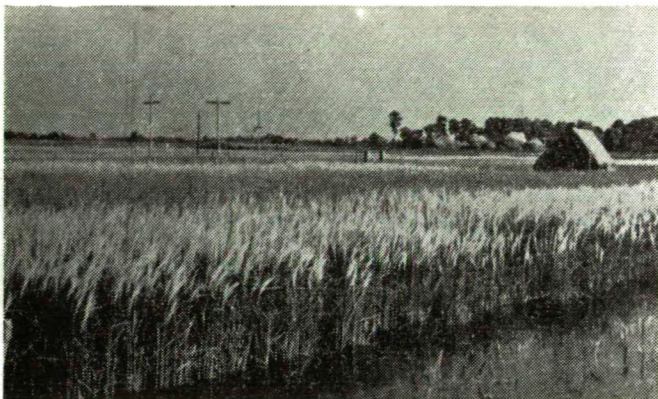


Bild. 7. Eine untersuchte Reistafel.

niedrigsten Temperatur. Das Bewässerungswasser ist etwas wärmer und obwohl sich der Teil der Vegetation über dem Wasser gleich in der durch die kühlende Wirkung des Wassers beeinflussten Luftschicht befindet, ist die Temperatur hier um 4—5° höher. Im Rispeniveau als in der wärmsten Zone ist die Lufttemperatur wieder um 2—3° höher. Bei hohem Sonnestand (zwischen 10—15 Uhr) dringen die Sonnenstrahlen unmittelbar in den Bestand ein, darum sind dann die höchsten Temperaturwerte unter dem Rispeniveau innerhalb der Pflanzenbestandes besonders in lichtem Bestand, zu beobachten.

Die Entstehung der Nebelschicht über den Reisbeständen ist durch die bei heiterem Wetter einsetzende Mikroklimallage bedingt.

Bei wolkeigem Wetter ist die Temperaturverteilung innerhalb des Reisbestandes recht verschieden von der Temperaturverteilung bei heiterem Wetter. Während bei heiterem Wetter nachts trotz der erwärmenden Wirkung des Bewässerungswassers innerhalb des Pflanzenbestandes über der Wasserschicht eine Temperaturabnahme von 3—4° von der Wasseroberfläche bis zum Rispeniveau zu beobachten ist, zeigt die Lufttemperatur innerhalb des Pflanzenbestandes bei wolkeigem Wetter in ihrem täglichen Gang nur eine geringe Veränderung, und die Temperatur des Wassers ist sogar beinahe dieselbe am Tag und Nacht.

Ganz anders ist die Temperaturverteilung innerhalb des Reisbestandes nach stürmischen Regen, wenn sich das Bewässerungswasser verhältnismässig rasch abkühlt. Dann ist das Wasser die kühlste Schicht, diese kühlt den wärmeren Boden

Die Mikroklimauntersuchung des Reises haben wir in verschiedenen Phasen der Pflanze unter verschiedenen Wetterverhältnissen 1956 in KOPÁNCŠ begonnen und 1957 ebendort fortgesetzt. Bei den Untersuchungen von 1957 haben wir die Erfahrungen von 1956 benutzt und zur Unterstützung und zum eventuellen Beweis unserer Annahme nach welcher die Schnelle und mehrere Tage dauernde Abkühlung des Bewässerungswassers Reiskrankheit verursacht kann Abkühlung des Bodens, *haben wir auch Experimente mit künstlicher Kühlung auf freiem Feld angestellt.*

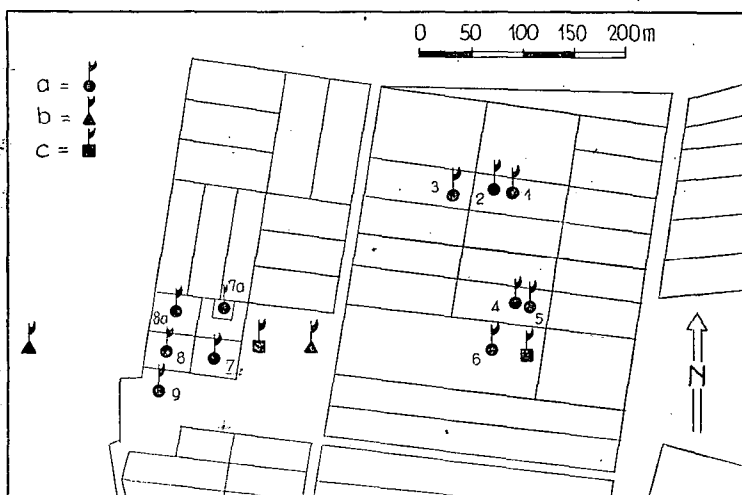


Abb. 7. Das Stationsnetz der Mikroklimaforschung in Kópáncs in 1957. a = Mikroklimastation, b = Meteorologischesstation, c = Beobachtungszentrum. Mikroklimastation am Trockenen 6., 9., Mikroklimastation im Wasser ohne Pflanzen 3. Die anderen Mikroklimastationen waren im Reisbestand. Das Wasser an den Stationen 7 und 7/a war künstlich abgekühlt.

An den Mikroklimatestationen messen wir die Temperatur der Luft, des Wassers und des Bodens unter dem Wasser besonders mit elektrischen Widerstandsthermometern. Wir gebrauchten auch Quecksilberthermometer zur Messung der Temperatur des Bodens unter dem Wasser und des von Wasser nicht bedeckten Bodens. Die Luftfeuchtigkeit haben wir mit Assmanschen Aspirationsthermometern bestimmt. Die Verdunstung wollten wir mit Piche-Evaporimetern messen.

Die Beobachtungen haben wir zwischen dem 1. VII. und dem 5. IX. 1957. durchgeführt. Bis zum 18. Juli führten wir Messungen nur mit konventionellen

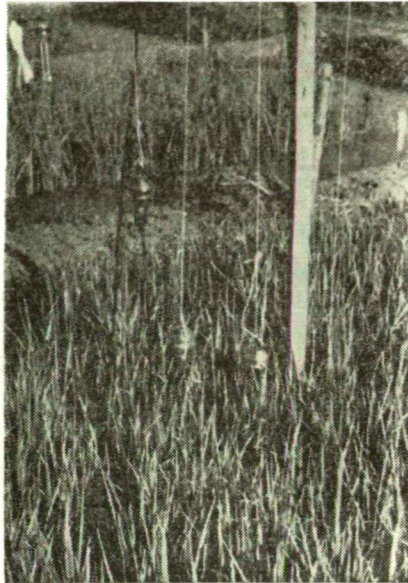


Bild. 8. Lagerung der elektrischen Thermometer an einer Untersuchungsparzelle.

Instrumenten auf grasbedeckter Sodaerde in der Nähe der Klimastation aus; dann begann die eingehende Untersuchung mit allen unserer Instrumente.

Zur Ausführung unserer Untersuchungen stellten wir folgende Mikroklimastationen auf:

- Station 1. In dicht gesäter *Ömirt* 39.
Wasserbedeckung im Mittel 20 cm.
- Station 2. In dicht gesäter *Linia* 45.
Wasserbedeckung im Mittel 20 cm.
- Station 3. In reisfreiem Bewässerungswasser.
Wasserbedeckung im Mittel 25 cm.
- Station 4. In licht gesäter *Ömirt* 39.
Wasserbedeckung im Mittel 30 cm.
- Station 5. In licht gesäter *Linia* 45.
Wasserbedeckung im Mittel 30 cm.
- Station 6. Auf trockenem Boden, auf dem Stoppelfeld.
- Station 7. Parzelle für Kühlungsversuch. Grösse: 10x20 m. Reisarten: *Dubowski*, *Ömirt* 39, *Linia* 45.
- Station 8. Kontrollparzelle zu den Kühlungsversuchen. Ihre Grösse und die Reisarten sind die gleichen wie bei Station 7.
- Station 9. Auf trockenem Boden mit typischen Sodaerde-Graspflanzen.
- Station 7a. Parzelle für Kühlungsversuch.
Grösse: 6x6 m.
Reisarten: *Dubowski*, *Ömirt* 39.
- Station 8a. Kontrollparzelle zu den Kühlungsversuchen. Grösse: 10x20 m.

Über die Lage der Stationen siehe die beiliegende Kartenskizze. (Abb. 7.)
Innerhalb der Möglichkeiten unserer Instrumentengarnitur suchten wir die

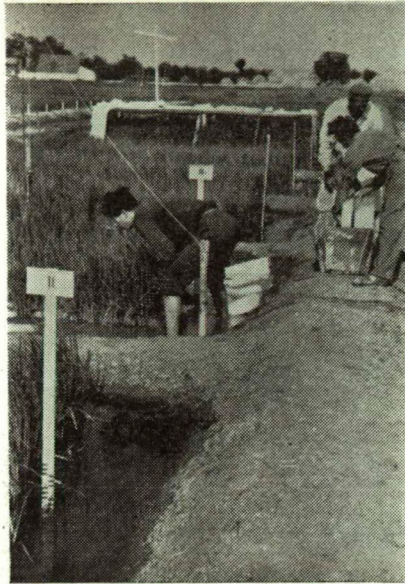


Bild. 9. Einlegen von Eis in Reisbestand.

elektrischenthermometer folgenderweise aufzustellen: 150 und 10 cm hoch über dem Rispenniveau des Reises, im Rispenniveau und unter demselben in 10 cm, 12 cm hoch über dem Wasser, 1 cm tief unter dem Wasserspiegel, in der Mitte des Wassers, am Grund des Wassers, im Boden unter dem Wasser 2, 10 und 20 cm tief:

An den Stationen auf trockenem Boden setzten wir die Quecksilber — Bodenthermometer 2, 5, 10, 20 bzw. 2, 5, 10, 15, 20 und 30 cm tief. Die elektrischen Luftthermometer waren in der gleichen Höhe wie die Thermometer im Reisbestand.

Mit dem Aspirationspsychrometern machten wir Messungen in 10 cm unter dem Rispenniveau des Reises und an den trockenen Stationen in 50 und 150 cm Höhe.

Die Messungen mit elektrischen Instrumenten nahmen wir Tag und Nacht jede 15 Minuten in diesen Zeitpunkten bestimmten wir auch die Richtung und Stärke des Windes und machten zugleich auch visuelle Beobachtungen. Das Ablesen der anderen Instrumente erfolgte stundenweise. Die Angaben der *Piche*-Evaporimeter wurden täglich nur zweimal aufgezeichnet.

Die Durchführung der Beobachtungen erforderte eine grosse Mannschaft. Der Stand verminderte sich von Zeit zu Zeit wegen verschiedener Umstände. Bei solchen Gelegenheiten konzentrierten wir die Beobachtungen mit Rücksicht auf das Ziel der Observationen auf die eine oder die andere Zentrale.

Ausser der Aufklärung der mikroklimatischen Verhältnisse des Reises (Abb. 8, 9, 10) planten wir die experimentellen Untersuchungen, die Abkühlung des Bewässerungswassers bezweckten. Darum wurde Reis zu zwei verschiedenen Zeiten gesät. Die erste Saat trieb Rispen in den ersten Tagen August gleichzeitig mit den anderen Reissaaten, die zweite Saat trieb Rispen in der zweiten Hälfte

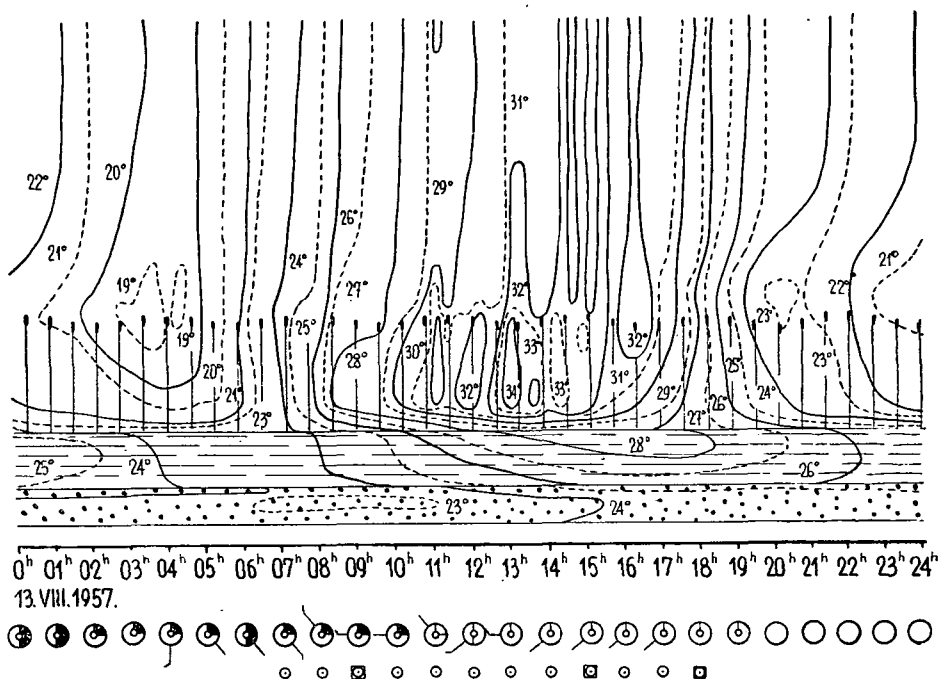


Abb. 8. Temperaturisoplethen in Kopács 1957. 13. VIII. im dichten Omirt 39.
 Den Reisbestand haben wir mit senkrechten, die Wasserschicht mit Waagrechten abgerissenen
 Linien, den Boden mit Punktur gezeichnet.
 An der Abbildung sind auch die Meteorologischen Zeichen, welche die Richtung und Stärke des
 Windes, die Sonnenschein usw. zeigen.

August (Der Zeitpunkt des Säens war am 10. Mai 1957 bzw. am 10. Juni 1957).

Mit dem Abkühlungsversuch wollten wir diese Mikroklimallage nachahmen, die bei heissem sommerlichem Wetter dann einsetzt, wenn ein kalter Fronteinbruch erfolgt und das Wetter mehrere Tage hindurch kühl und wolkig bleibt. Wir kamen aber diesem Ziel mit mehr, oder weniger Erfolg nur zur Nähe, weil wir die Kühlung, auf Grund theoretischer Überlegungen, unmittelbar, vor dem Rispentreiben beginnen mussten. (Die Intensität der Stoffaufnahme der Pflanze ist zu dieser Zeit am grössten und deshalb ist sie vermutlich auch empfindlicher.) Die Wetterverhältnisse waren zu dieser Zeit nicht günstig für unsere Experimente. Die Experimente wurden bedeutend gehindert auch durch die Schwierigkeiten, die bei der technischen Ausführung der Kühlung auftraten: von Eis, Pumpen des Wassers usw.

Besonders grosse Schwierigkeiten traten auf bei unserem ersten Experiment zwischen dem 1.—7. August. Nach den Angaben unserer Klimastation waren die Maxima der Lufttemperatur 27,6, 28,4, 25,8, 24,0, 28,0 und 29,5° C. An diesen Tagen war die Dauer des Sonnenscheins in Stunden ausgedrückt 7,5, 12,2, 10,4, 11,5, 6,1 und 12,7, so dass meistens heitere Tage aufeinander folgten. Die Kühlung wurde nur durch die Nächte begünstigt als die Maxima 14,6, 13,4, 13,0, 11,0, 11,6 und 12,2° C betrugen.

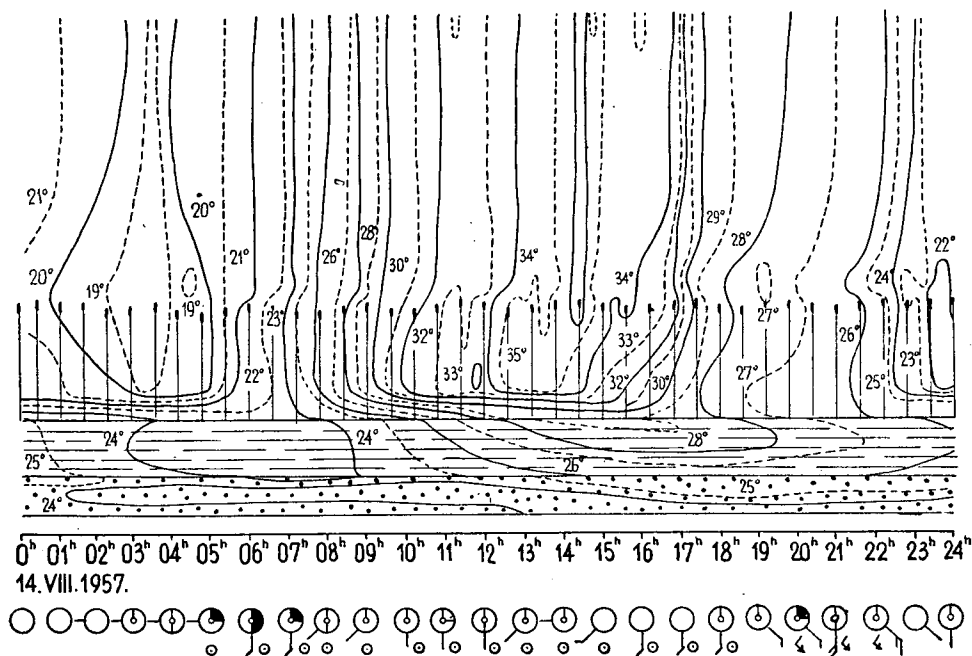


Abb. 9. Temperaturisoplethen in Kopáncs in 1957. 14. VIII, im dichten Omirt 39.
Zeichen dieselben wie an Abb. 8.

Wenn wir diese Angaben mit den Temperaturmaxima vergleichen, können wir feststellen, dass die Extremwerte der täglichen Temperatur-Amplitudo zwischen 12,8 und 17,3° C schwankten.

Wir beabsichtigten das Kühlungsexperiment mittels des 11,9–12,0° C kühlen Wassers des sich in der Nähe der Reisparzelle befindenden Schwengelbrunnens auszuführen, so dass wir 5 cm vom Bewässerungswasser abliessen und es mit Brunnenwasser ersetzten. Die Wasserproduktion des Brunnens ermöglichte aber die Ausführung der Pläne nicht, und darum führten wir auch Eiskühlung ein. Wegen der Verschlammung des Brunnens und der mangelnden Eislieferung gelang unser Kühlungsexperiment nur in geringerem Masse. Wie auch die Abbildungen bezeugen, konnten wir mit der Kühlung nicht einmal sichern, dass sich die Luftschicht zwischen dem Wasser und dem Rispeniveau innerhalb des Reisbestandes bedeutend abkühlt. Nur die wassernahe Luftschicht kühlte sich wesentlich ab.

Bei diesem Experiment erfolgte also nur mässige Abkühlung des Bewässerungswassers war durchschnittlich um 3–4°, die Temperatur des Bodens unter dem Wasser um 2–3° tiefer auf der experimentellen Parzelle als auf der Kontrollparzelle.

Trotz der mässigen Kühlung gelang unser Experiment, weil die Erkrankung des Reises in grösserem Masse erfolgte auf der gekühlten als auf der Kontrollparzelle (Angaben von J. Szepes). Ausserdem zeigen auch die nach der Kühlung ausgeführten Blutungsuntersuchungen einen bedeutenden Unterschied zwischen den Pflanzen der gekühlten und der Kontrollparzelle hinsichtlich der

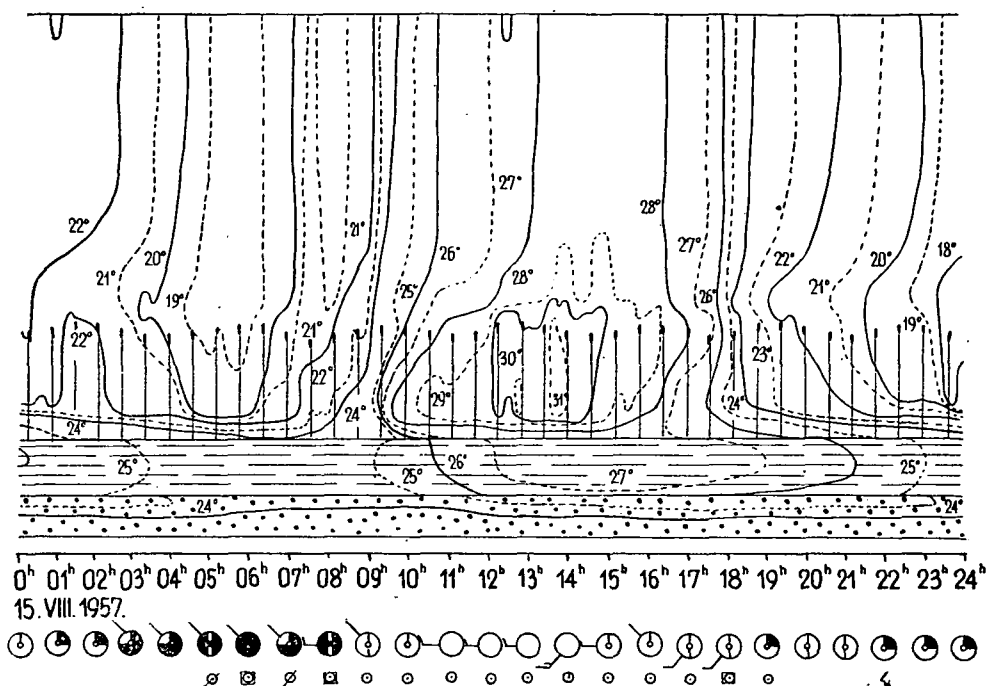


Abb. 10. Temperaturisopleten in Kopáncs in 1957. 15. VIII. im dichten Omirt 39.
Zeichen dieselben wie an Abb. 8.

Menge der Saftblutung sowie der Zusammensetzung (Angaben von G. Pálfi).

Die Wetterverhältnisse unseres zweiten Kühlungsexperiments waren viel günstiger. An den Tagen vor dem Beginn der Kühlung war das Wetter trocken und warm gewesen. An unserer Klimastation beobachteten wir folgende Lufttemperatur-Maxima und Minima: am 10. 32,0° und 18,8°, am 11. 33,2° und 12,6°, am 12. 37,0° und 18,0°, am 13. 35,2° und 18,6°, am 14. 39,4° und 19,0°, am 15. 31,0° und 18,1°, am 16. 32,6° und 15,1° C. Am Tage des Beginns der Kühlungsexperimente sank die Temperatur. Am Abend des 16. bewolkte sich der Himmel und es fiel ein Niederschlag von 1,4 mm. Zwar war es meist heiter am 17. betrug das Temperaturmaximum nur 23,8° C, und das Minimum 13,7° C. An den darauffolgenden Tagen waren die im Thermometerhüttchen beobachteten Maxima und Minima folgende: am 18. 26,8° und 9,0°, am 19. 29,6° und 13,6°, am 20. 24,4° und 16,4°, am 21. 24,4° und 15,4°, am 22. 21,4° und 12,2° C. Die Dauer des Sonnenscheins zwischen dem 17. und 22. war täglich 12,2, 12,9, 7,8, 1,8, 2,9, 3,9 Stunden.

Diese Angaben zeigen, dass obwohl der Frontdurchgang an den Nächten des 16. und 17. keinen bedeutenden Niederschlag mit sich brachte und danach kein dauerndes wolkiges Wetter folgte, doch kühlte sich die Luft ab, was unsere Experimente wesentlich begünstigte.

Die Kühlung machten wir — im Gegensatz zum ersten Experiment — ausschliesslich mit Eis. Zweimal täglich (morgens und abends) setzten wir je 30 Eisstangen ins Bewässerungswasser. Auf dieser Weise erreichten wir eine stärkere

Abkühlung auf der kleineren Parzelle. Während des Experiments war die Temperatur des Wassers um $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$, und was vielleicht noch wichtiger ist, die Temperatur des Bodens um $8\text{--}10^{\circ}\text{C}$ tiefer als die der Kontrollparzelle. Infolge der starken Abkühlung des Bodens war die Wirkung dauernd und sogar eine Woche später bestand noch ein leicht messbarer Unterschied. (Abb. 11, 12)

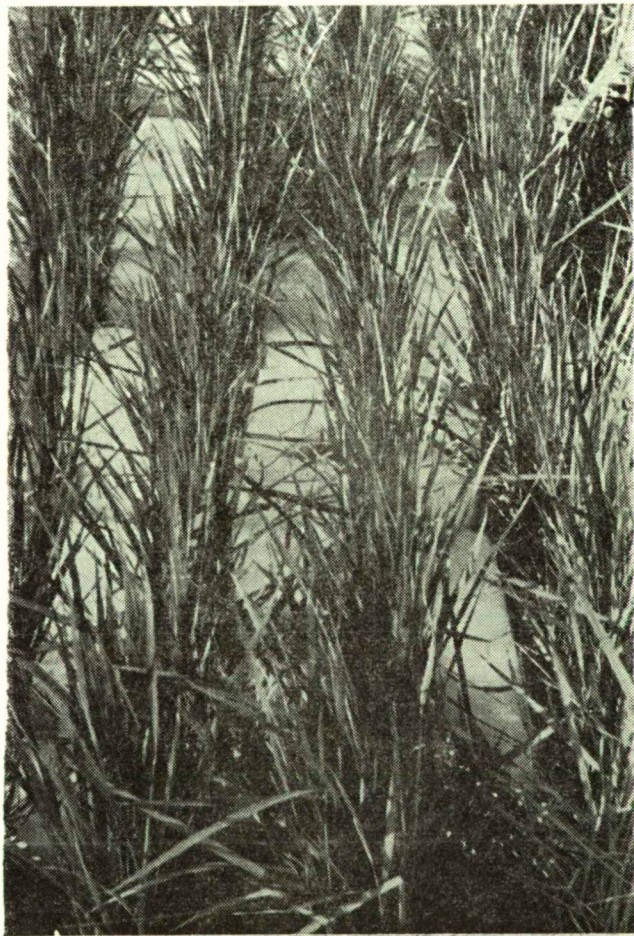


Bild. 10. Eistafeln im Reisbestand.

Wegen der starken Abkühlung des Wassers und des Bodens war auch die Temperatur des Pflanzenbestandes durchschnittlich um $3\text{--}6^{\circ}\text{C}$ tiefer als auf der Kontrollparzelle. Dieser Unterschied war kleiner bei Nacht ($1\text{--}3^{\circ}\text{C}$).

Bei diesem Kühlungsverfahren versuchten wir den Pflanzenbestand vor der direkten Sonnenstrahlung zu schützen. Die hausdachförmig aufgestellte Blache bewährte sich nicht, darum spannten wir ungefähr 1 m hoch über dem Pflanzenbestand weisse Betücher auf wenn die Sonne schien.

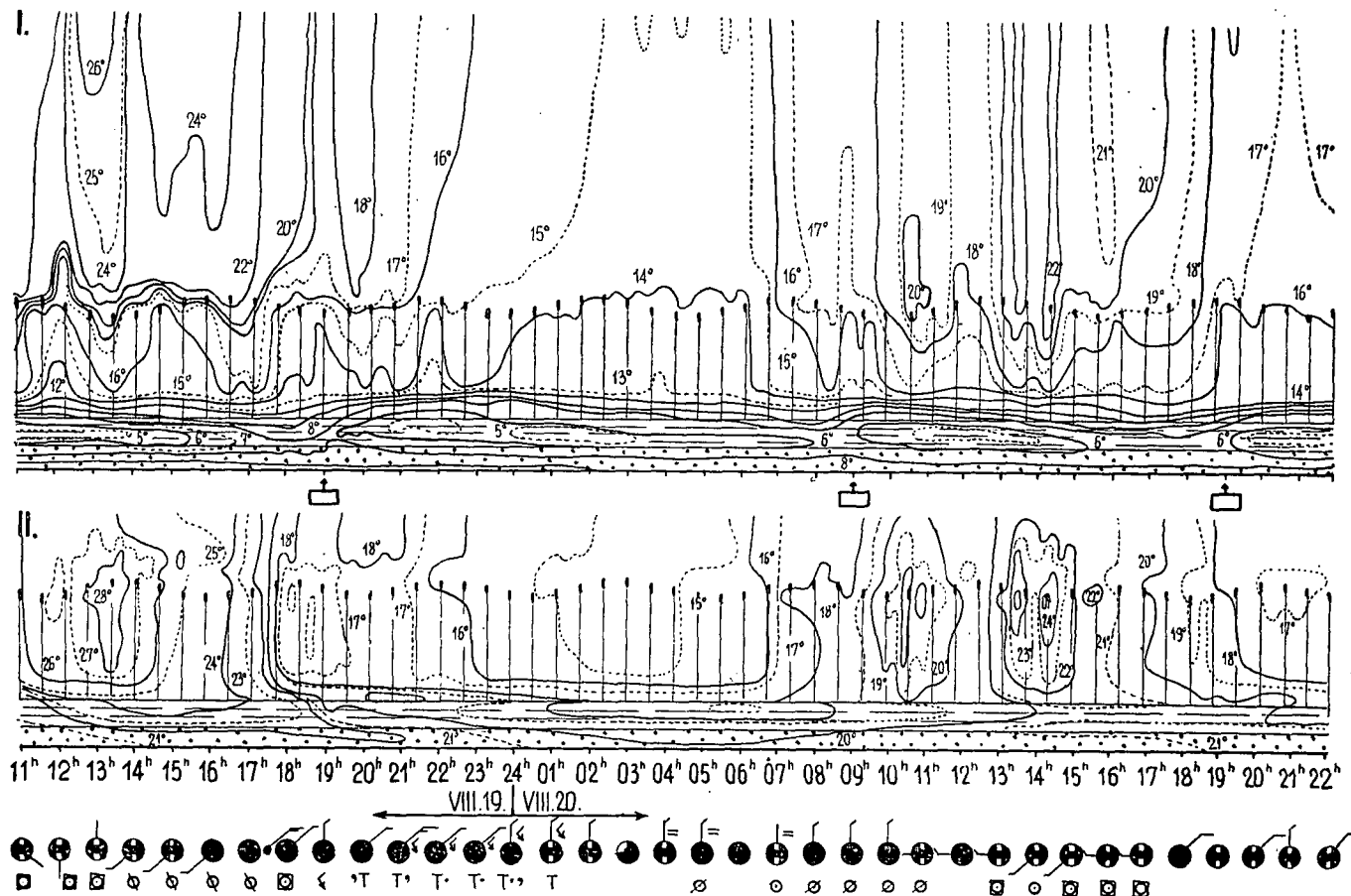


Abb. 11. Temperaturisoplethen in Kopáncs, in 1957, 19–20. VIII. I. Teil der Abb. nach den Angaben der 7/a Mikroklimastation, das Viereck mit der Pfeile zeigt den Beginn der künstlichen Abkühlung des Wassers. II. Teil der Abb. Kontrollstation nach den Angaben der 8/a Mikroklimastation.

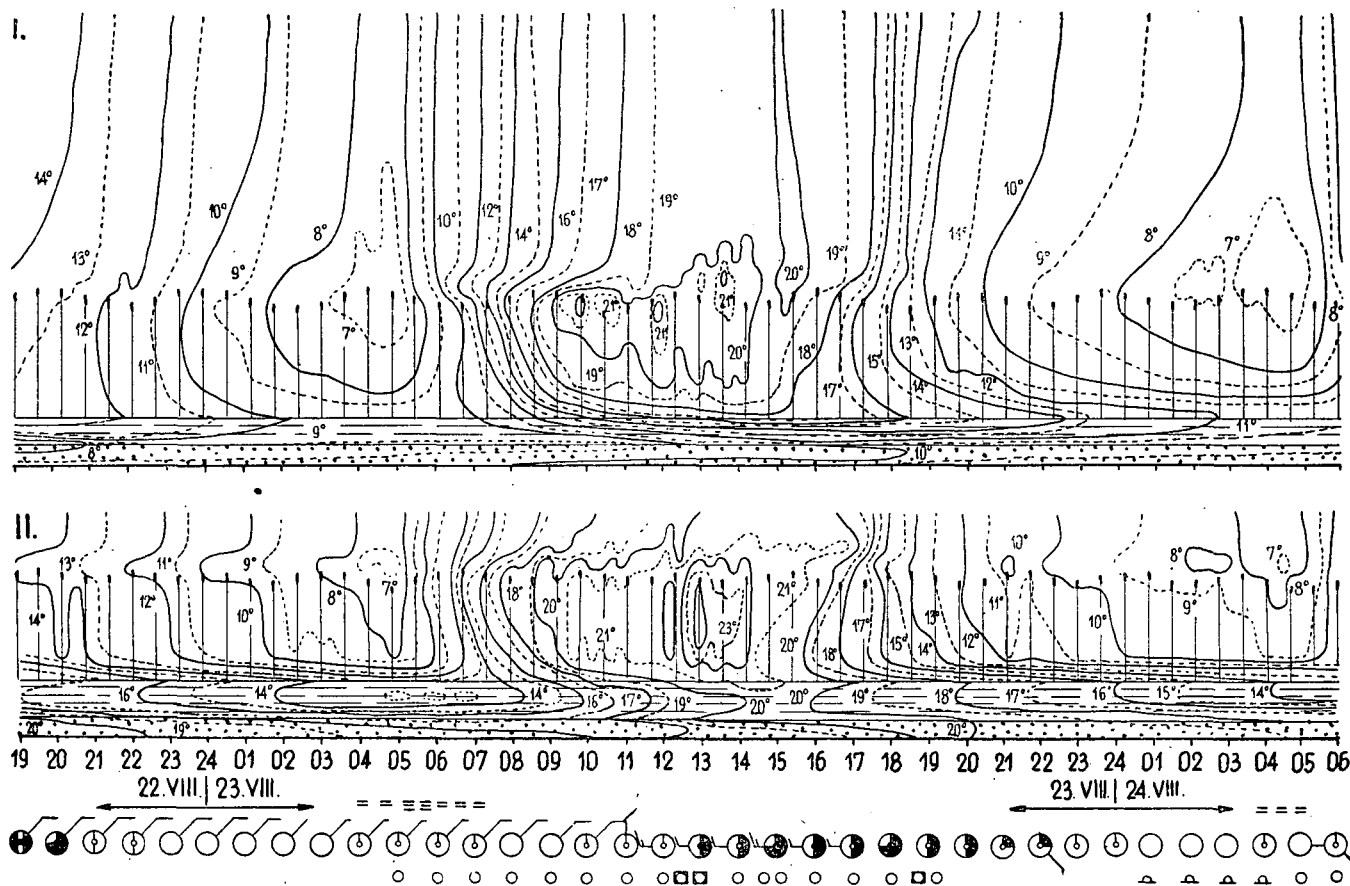


Abb. 12. Temperaturisoplethen in Kopáncs in 1957, 22—24. VIII. I. Teil der Abb. die provozierte Parzelle aber schon ohne der Provokation. II. Teil nach den Angaben der 8/a Station.

Bei dem zweiten Kühlungsexperiment kamen wir dem natürlichen Abkühlungsvorgang wesentlich näher als beim ersten. Die technische Lösung der Kühlung führte aber notwendigerweise dazu, dass die tägliche Amplitudo der Temperatur des Wassers grösser war als wir wünschten.

Infolge unseres Kühlungsversuchs trat schwere Erkrankung auf. Nach den Angaben von J. Szepesi erkrankte die Ömirt 39 schwer in 30% (ausserdem war die Erkrankung bei einem weiteren 65% histologisch nachweisbar). Auf der Kontrollparzelle war nur 5% der Pflanzen schwer erkrankt.

Beim Dubowski-Reis ist der Unterschied kleiner.

I. Szepesi stellte mit Hilfe des Podhradskyschen Bestimmungsschlüssels fest, dass die gekühlte Ömirt 39, in 34,8%, der Kontrollstoff dagegen bloss in 13,5%, mit *Piricularia* + *Pseudomonas oryzae* infiziert ist. Für die *Piricularia* + *Ps. oryzae* ist diese Verhältniszahl 17,3 bzw. 3,4%. Ein ähnlicher, aber kleiner Unterschied zeigt sich bei dem Dubowski-Reis.

Unterschiede können auch in der Saftmenge des Tränens nachgewiesen werden. Nach den Beobachtungen von G. Pálfi trännte die Ömirt 39 zweimal, die Dubowski viermal weniger auf der gekühlten Parzelle als dieselben Arten auf der Kontrollparzelle.

Es ist interessant, dass trotz der stärkeren Erkrankung die Pflanzen nach der Kühlung sich intensiver entwickelten als auf der Kontrollparzelle. Auf Grund der Untersuchungen von J. Simon waren die Pflanzen der gekühlten Parzelle um 5—10 cm höher, und ihre Farbe war ein dunkleres Grün. Das Prozent der Sterilität auf der gekühlten Parzelle war dreifach so hoch als auf der Kontrollparzelle, doch war die Zahl der Körner auf der gekühlten Parzelle grösser.

Auf Grund all dieser Tatsachen scheinen — nach unserer Meinung — durch Experimente unsere Hypothese betreffs der Entstehung der Krankheit zu bewiesen sein. Die Krankheit hinderte aber das Reifen der Körner nicht. Darum sollen wir in unseren zukünftigen Experimenten die Kühlung mit Pflanzen in verschiedenen Phenophasen (vom Halmtreiben bis zum Rispentreiben) durchführen, so dass die provozierte Krankheit sich noch vor dem Blühen bzw. vor der Kornbildung entwickeln kann. Wir sind der Meinung, dass dadurch noch weitere Einzelprobleme gelöst werden können.

Zusammenfassung

Auf Grund der Resultate unserer 1956 und 1957 durchgeführten Untersuchungen können wir feststellen, dass vom Gesichtspunkt der Erkrankung des Reises die mikroklimatischen Vorgänge Charakter haben. Neben der Identität anderer ökologischen Faktoren werden die Bedingungen der Erkrankung des Reises durch die schon besprochenen eigenartigen mikroklimatischen Zustandsveränderungen im Reisbestand hervorgeföhrt. Die rasche Veränderung des Mikroklimas ist natürlich in engem Zusammenhang mit den Witterungsverhältnissen. Die Veränderung des Mikroklimas setzt sowohl im Boden wie im Wasser verschiedenartige chemische, physicalische und biologische Vorgänge in Gang. Also mit den raschen Veränderungen der mikroklimatischen Vorgänge erleidet die Pflanze verschiedene Wirkungen nicht nur durch die Luft, sondern auch durch das Wasser und den Boden. Aber die Erforschung dieser Wirkungen ist nicht die Aufgabe des Klimatologen.

Die Resultate unserer bisherigen Forschungen können in Folgenden zusammengefasst werden:

1. *Wir haben die mikroklimatischen Verhältnisse des Reisbestandes verschiedenen Wetterverhältnissen untersucht und teils schon enthüllt.*

2. *Es wurde festgestellt, dass die mikroklimatischen Veränderungen (plötzliche, dauernde Abkühlung) in der Entwicklung gewisser Reiskrankheiten eine wichtige Rolle spielen.*

3. *Die Kühlung des Bewässerungswassers des Reises scheint eine geeignete Provokationsmethode zur Feststellung der Resistenz zu sein.*

LITERATUR

1. *Aujeszký—Berényi—Béll: Mezőgazdasági meteorológia. Budapest. 1951.*
2. *Bacsó—Kakas—Takács: Magyarország éghajlata. Budapest. 1953.*
3. *Pálfi G.: Hozzászólás MTA. Agrártudományok Osztályának Közleményei. XIV. k. 1—3. sz. (1958.)*
4. *Petrasovits I.: A rizs különböző mélységű árasztóvizének hőmérsékleti hatásáról. Időjárás. 1958.*
5. *Simon J.: A magyarországi rizsbetegségek nemesítési vonatkozásai. MTA. Agrártudományok Osztályának Közleményei. XIV. k. 1—3. sz. (1958).*
6. *Szabó Z.: A növény és élet. Budapest. 1941.*
7. *Szepes J.: Szöveti vizsgálatok a rizsfajták rezisztenciájának elbírálására. MTA. Agrártudományok Osztályának Közleményei. XIV. k. 1—3. sz. (1958.)*
8. *Wagner R.: Mikroklimatérsegek és térképezésük. Földrajzi Közlemények. 1956. 2. sz.*
9. *Wagner R.: Adatok a kópáncsi rizsföldek éghajlatahoz. Időjárás. 1957.*
10. *Wagner R.: A mikroklima hatása a rizs megbetegedésére. MTA. Agrártudományok Osztályának Közleményei. XIV. k. 1—3. sz. (1958.)*

THE EFFECT OF DEEP AND SURFACE MANURING ON THE TEMPERATURE AND WATER CONTENT OF SAND SOILS

I. HORVÁTH

From the Climatological Institute, University of Szeged

A new basis for the amelioration of loose sand soils has been laid down in Hungary by *S. Egerszegi* when he worked out the deep-manuring method in soil cultivation. The principles of this procedure were outlined in a separate paper (3) published in 1953.

Egerszegi pointed out that the poor productivity of the Hungarian loose sand soils is due to their insufficient water and nutrient regime. A layer of organic manure applied in different depth of the soil prevents the soaking in of the precipitation into the subsoil and serves also as a »water depot« which provides the top soil with moisture for a rather long time. The water content of this manure layer is 10 to 20 times higher than that of the adjacent soil. If deep manured, the soil profile loses its water content considerably slower during the vegetation period than the a surface fertilized or untreated area.

In Germany, at the beginning of the 40th years a method similar to deep manuring was tested by *F. Heinrich*. The essential difference, however, between the two kinds of experimental work was that instead of organic manure ground basalt and limy marl was used by *Heinrich*. From these fertilizers on sand soils a 3 mm thick layer was put into a depth of 15 cm. But the water regime of the soil showed no remarkable changes (6). On the basis of the investigations of *A. Klimes-Szmik* this failure can easily be understood. He disclosed that beside inorganic colloids also organic ones are necessary in the subsoil; as to the water regime only in this case a favourable effect can be expected (8).

To improve the water regime of the soil chemical weed control is suggested by *Heinrich* (7). He proved that mechanical procedures applied against weeds increase the evaporation losses of the soil surface (1). The sample plots treated for 19 months with chemicals had a water content 15 per cent higher than the untreated ones.

The deep manuring method of Egerszegi causes a considerably better water regime in loose sand soils and — as a further advantage — by creating a favourable nutrient supply it ensures high crops.

This fact turned in the last years the attention of many scientists to the problem. Due to their work the new cultural practice of deep manuring became widely known in a relatively short time.

The investigations of *Klimes-Szmik* deal with the influence of deep manuring on the water regime of sand soils. By detailed work in the laboratory and in the field he revealed that deep manuring changes qualitatively the profile of loose sand soil and furnishes it with properties similar to those of light clay soils. He also underlined that stable manure is the most advantageous material for deep fertilizing and the most convenient thickness of its layer is 1 cm. By deep manuring also the water storage of the soil in winter is affected very favourably (8).

Besides, deep manuring improves also the nutrient regime of the soil; this was proved by the works of *L. Varga* and *P. Gyurkó*, demonstrating the activity of soil microorganisms (12).

Deep manuring was considered and worked out by *Egerszegi* as a method suitable for permanent amelioration of sand soils utilized by agriculture. The favourable effect of this method, however, caught the eye also of the foresters in a little while.

In the Soviet Union forest experiments with similar purpose have been started in 1935. They were suggested by *G. N. Wysocki* as a convenient measure for the afforestation of the shifting sand areas along the banks of the Lower--Dnjepr (11). But these experiments brought only partial results.

In the course of experiments carried on by *I. Babos* on loose sand soils near Kunadacs in order to find out the best method of afforestation for that area, also deep manuring was applied successfully (2). It could be established that even a single manure layer may exert the desired effect. Furthermore, it was noticed as a great advantage that by this measure also the length of the roots can be regulated.

L. Papp applied deep manuring in the nursery of Máriabesnyő, where seedlings of the Scots and Austrian pine (*Pinus silvestris* L. and *P. nigra* var. *austriaca* Hoess) were grown on a loose poor sand soil. His aim was: to raise stocky, abundantly rooted seedlings, suitable for the afforestation of the extremely unfavourable sand soils of the Hungarian Great Plain (ALFÖLD). As to a satisfactory solution of the problem these experiments showed promising results (9, 10).

Beside causing changes in the water and nutrient regime of the soil, deep manuring also affects its temperature. In a paper published already in 1953 (4) *Egerszegi* drew attention also to the agrometeorological influence of deep manuring.

While the effect of deep manuring on the water regime of the soil is — as shown above — a thoroughly examined question, its influence on the soil temperature has not been studied intensively.

Although *L. Papp* gives some interesting data on soil temperature, the figures published do not cover the whole problem, because they refer only to two observations made in summer of the year mentioned. No data on surveys at night are available, therefore neither the daily changes of the temperature at different levels of the soil nor their extreme values can be established. The fundamental microclimatological researches of *R. Wagner* (13, 14) revealed, however, the high importance of these characteristics, without which the temperature conditions of a given soil cannot be judged properly.

In the course of experimental raising Scots pine seedlings also the influence of deep manuring was studied by the author. For one year and a half the tem-

peratures and (in one vegetation period) also the water content of the soil were measured.

On the basis of the survey results obtained not only the effect of deep manuring on the temperature of the soil is characterized in this paper, but also a brief report on its water regime will be given.

The experiments and investigations were carried on from the autumn of 1954 til the fall of 1956 in the Biological Station (ALSÓGÖD) of the Eötvös Lóránt University (BUDAPEST).

Material and method

For the first experiment performed in 1955 the tract was prepared in October 1954. This area has not been manured for a long time. In the course of the researches the following three variations were examined:

1. Deep manuring of 2 layers, 20 and 40 cm. below the surface.
2. Deep manuring of one layer only, in a depth of 40 cm.
3. Untreated.

As fertilizer stable manure was used in a 2 cm. thick layer.

For each variation a 5×5 m. plot was prepared and in March 1955 all plots were divided into 3 subplots which measured 1×2 m. and were planted with seeds and one-year seedlings of Scots pine.

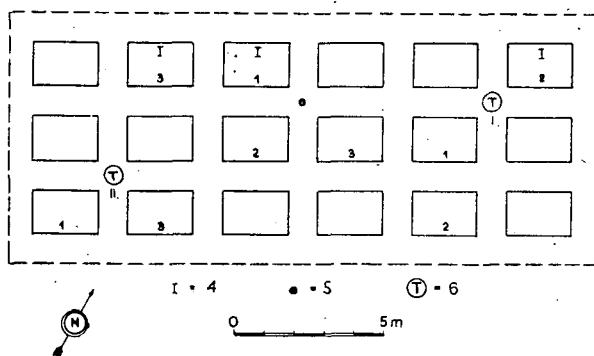


Fig. 1. The location of the plots.

1 = deep manuring, 2 = surface fertilizing, 3 = untreated control, 4 = mercurial thermometers
5 = ohmmeters, 6 = the place of the soil sample.

Gaining necessary experience in this preliminary experiment, for the actual investigation the plot was prepared in October 1955. Three variations were applied again:

1. Deep manuring of one layer 20 cm. below the surface.
2. Surface fertilizing.
3. Untreated.

For deep fertilizing also in this case a stable manure layer of 2 cm tickness was applied. For surface fertilizing the same quantity of manure was mixed uniformly into the top soil which was 20 cm. thick. On the untreated plots the

soil was turned over. In order to ensure higher effectiveness for manuring, the plots were isolated to a depth of 50 cm. with bituminized cardboards.

Previously, in spring 1953, the experimental area was slightly fertilized with stable manure.

The experiment was carried on in three replications; the location of the plots are shown by Fig. 1.

From the 18 plots of the whole area 9 belonged to this experiment and were numbered. On the other 9 plots the deep manuring experiments were combined with irrigation. The results of this part of the investigations will be published in a separate paper.

The plots measured $1,5 \times 2,2$ m. and were separated by paths 1 m. broad.

In choosing suitable experimental plots uniformity of the area was looked upon as the main precondition. Furthermore, because microclimatological investigations were also planned, the disturbing influence of the neighbouring trees had to be eliminated as far as possible. This requirement could be met satisfactorily, only the shade of a single tree 10 m. apart reached the plot in the early forenoon. A south-west running line of low trees shadowed the plot in the late afternoon and exerted, therefore, no considerable influence.

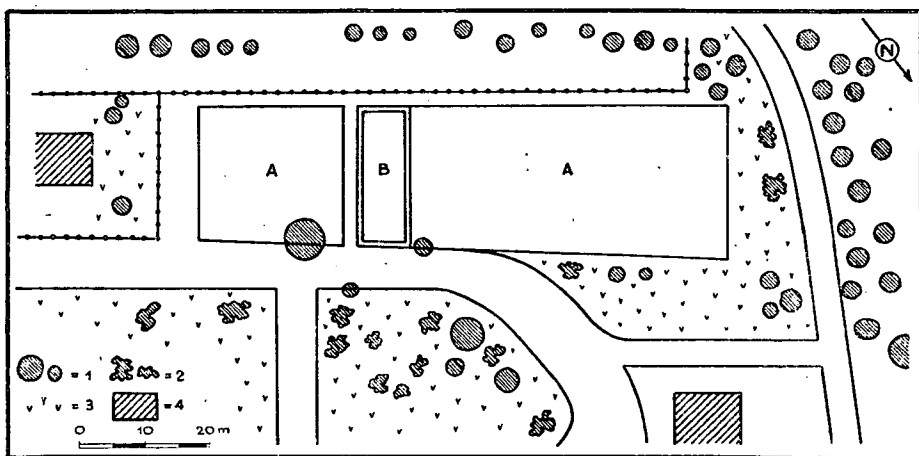


Fig. 2. The experimental area and are shown.

A—B = experimental field, B = the place of the experiment, 1 = trees, 2 = bushes, 3 = grassland, 4 = buildings.

The surroundings of the experimental area are shown by Fig. 2.

The soil of the experimental area is light coloured loose sand. It was analysed by *P. Stefanovits* (Chief of Division, Agrochemical Research Institute, BUDAPEST) whom the author thanks sincerely for his help.

From December 1955 to October 1956 the soil temperature was measured on the deep and surface manured as well as on the untreated plots in six levels each: 2, 10, 15, 20, 25 and 30 cm. below the surface. As far as it was possible the principles established by *R. Wagner* (13) concerning the measurement of soil temperatures (with respect to the characteristics of microclimatology) were

also taken into consideration. In the depths of 15 and 25 cm. the temperature was examined, because it is an important task to investigate the effect of a layer of manure put 20 cm. below the surface. Unfortunately, in the survey period temperature could be measured regularly only twice a day in the fixed moments every morning and at noon.

But in this area from 15 June to 1 July 1956 R. Wagner, Professor of University, has led microclimatological measurements and in connection with this work the temperatures on the experimental plots were also established by observations carried out day and night hourly

Within the scope of the microclimatological investigations in the experimental area also the air temperature was registered in two altitudes and every 15 minutes.

During the whole time mercurial thermometers were used for controlling the soil temperature and air temperature was measured by ohmmeters.

From 1 May to 1 October 1956 the water content of the soil was stated six times.

On every occasion from all plots and from each plot respectively 2 to 3 soil samples were taken, weighing about 100—100 g each. Sampling was carried out partly by a soil borer partly by digging small pits. Samples were taken at every turn from 15 and 25 cm depth.

From the deep manured layer samples were taken twice for comparison; their moisture content surpassed nearly 10 times that of the samples taken from the untreated plots. This result corresponds entirely with the data of the literature (5).

Results and conclusions

First of all the characteristics of the soil of the experimental area are given below.

From two spots of the area soil samples were taken and their analysis showed that the soil of the plots is uniform.

In the soil profile following layers can be seen

0 to 20 cm. light greyish-brown sand, rich in humus

20 to 35 cm. yellowish brown sand with a small humus content

35 to 80 cm. yellow sand (particle size about 0,1 mm.).

The type of the profile is that of a sand with only a small amount of humus and containing many pieces of muscovite of about 1 mm. diameter. The quantity of the coloured particles is of medium degree. In the cultivated layer remnants of stable manure, applied 3 years ago are to be found. The chemical reaction of

TABLE 1.

| The place of the soil sample | | hy | humus % | CaCO ₃ % |
|------------------------------|-----------|------|---------|---------------------|
| I. | 0—20 cm. | 0,47 | 1,32 | 12,81 |
| I. | 20—35 cm. | 0,29 | 0,46 | 13,86 |
| I. | 35—80 cm. | 0,28 | 0,34 | 15,54 |
| II. | 0—20 cm. | 0,44 | 1,40 | 14,49 |
| II. | 20—50 cm. | 0,32 | 0,58 | 16,80 |

the profile is neutral on the whole cross section, calcium carbonate appears in every layer.

The results of soil analysis are given in Table 1.

The relatively low value of the hygroscopicity (hy) which amounts not even in the humus containing layer to 0,5 shows that the soil is poor in elutriable particles (silt), accordingly its water retaining capacity is low. The content on calcium carbonate is about 15 percent, this is for sand soils a very high proportion.

Having low water holding capacity, this soil seemed to be suitable for deep manuring experiments.

In the course of the preliminary experiments performed in 1954 and 1955 soil temperature could be measured (at the levels of 5, 20 and 40 cm below the surface) only on some occasions. Water contents had not been measured. The data thus obtained showed differences of some tenths to 2° C between the deep manured and untreated plots. As the measurements were not carried out systematically and have only an informative character, further accounts are omitted.

In the volume increment and especially in the morphology of the roots considerable differences could be observed. On the plots which were deep manured in two layers (at the 20 and 40 cm. level) the seedlings developed far more abundant root system than those of the untreated plots.

Deep fertilizing with only one layer of manure (at the 40 cm. level) did not change noticeably the morphology of the roots, but — due to the influence of the influence of the treatment — they grew longer.

On the basis of these results the experiments in 1955/56. were carried out only with one manure layer applied 20 cm. below the surface, because this is the most suitable treatment to develop a root system which meets the requirements. *L. Papp* also pointed out that one layer of manure is entirely satisfactory, but he applied it at the 30 cm. level. *In the opinion of the author a deep fertilizing at the 20 cm. level is more convenient, because it results in seedlings with bushy, 25 cm long roots, while from manuring in 30 cm. depth plants with about 35 cm long roots can be expected.* Theoretically the latter treatment may be more favourable, but the customary methods of the practice are not satisfactory — in the opinion of the author — for saving the full root system when seedlings with extremely long roots should be lifted.

The results of the investigation carried on in 1956 and concerning the water content of the soil are summarized in Table 2.

TABLE 2.

| Method of manuring | 4 may | | 31 may | | 13 july | | 26 july | | 26 sept. | | 1 october | |
|---------------------|-------|------|--------|------|---------|-----|---------|-----|----------|-----|-----------|-----|
| cm. | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 |
| deep manuring | 13,4 | 10,0 | 8,6 | 10,0 | 8,1 | 9,8 | 7,6 | 9,5 | 6,3 | 8,4 | 6,1 | 7,9 |
| surface fertilizing | 10,5 | 10,1 | 9,3 | 9,4 | 10,0 | 6,3 | 7,6 | 5,4 | 6,9 | 5,8 | 8,5 | 6,1 |
| untreated control | 10,3 | 8,8 | 7,8 | 6,6 | 6,1 | 6,6 | 6,1 | 5,0 | 6,0 | 5,0 | 5,6 | 4,6 |

The water content is expressed in percentage of the fresh weight of the soil. The data prove that the deep manured soil has stored much more moisture during the winter than the surface manured and untreated soil. In the vegetation period the soil of all variants of the experiment showed a successive decrease of their water content, but this was the least on the deep manured plots. At the end of

the vegetation period the moisture of these plots was nearly twice as much as that of the untreated ones.

Despite the fact that water content measurements were made on few occasions and in two layers (at the 15 and 25 cm. level) only, from the data which could be gathered water content isopleths were constructed. Although these lines are sketched arbitrarily, they demonstrate clearly the differences among the three variants (Fig. 3).

The column graphs below the isopleths show the quantity of precipitation in the period concerned; the connection between these values and those of the water content of the soil can be judged easily.

The course of the isopleths in the examined layers (at the 15 and 25 cm. level) of the deep manured and untreated soil is opposite. It can be seen clearly that the untreated soil dries up successively from below, while the moisture content of the drying top layer of the deep manured soil is supplemented obviously by the reserves of the manure layer and had, therefore, at the time of controlling a considerably higher water content than the untreated soil.

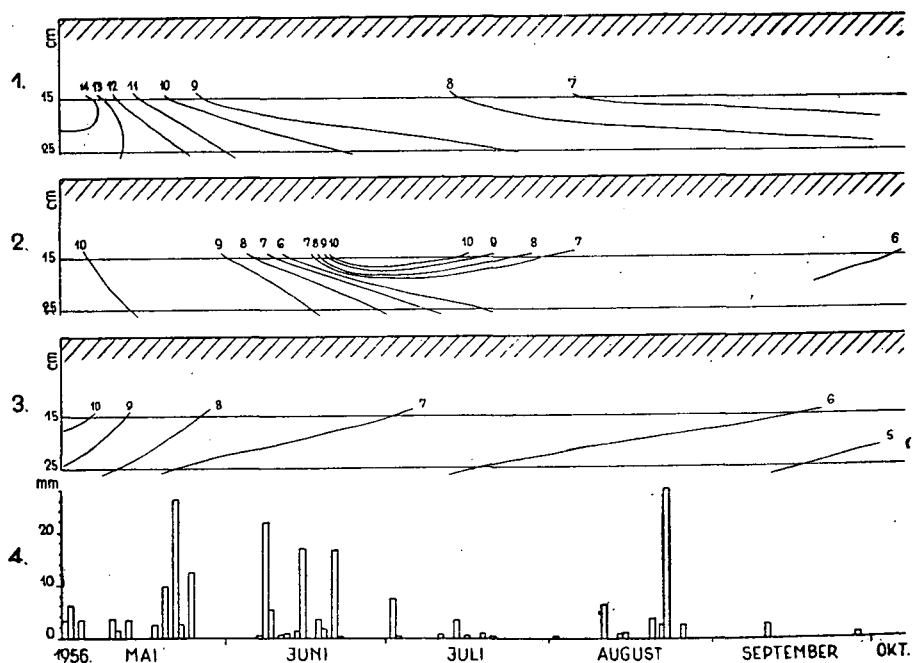


Fig. 3.

The water content of the soil profile and the quantity of precipitation in the experimental time.
1 = deep manuring, 2 = surface fertilizing, 3 = untreated control, 4 = precipitation.

The entirely different trend of the isopleths in the surface manured soil is probably due to the fact, that surface manuring promotes the percolation of larger amounts of summer precipitation to a greater depth. Therefore, the higher water content at the beginning of July may be the consequence of the considerable quantity of precipitation falling down in the middle of June.

Certainly the important masses of rain falling about the 20th of August also drenched the surface manured soil more than 15 cm deep, but at that time the water content was not established. However, the relatively high moisture content which could be observed 15 cm. below the surface at the end of September may be ascribed also to the effect of surface fertilizing and drenching respectively.

The curve of the isopleths in the surface manured soils is much more steep than in the other two variants. From this fact the conclusion may be drawn, that although the upper layers of the surface fertilized soil drench quicker and in a higher degree, they on the other hand, desiccate faster.

Before discussing and evaluating the data of soil temperature it must be stressed, that by measurements performed twice daily only the temperature differences observed in the three variants at a given moment could be ascertained. However, from these differences some conclusions as to the daily fluctuation of the temperature may be drawn.

From the records of nearly one year's observations the data for 10 days are separated in Table 3.

In choosing these example days for Table 6 to the requirements of microclimatological researches proper attention was given: *bright, dry, and as far as possible calm days were selected.* Furthermore the Table contains also the data of one the coldest winter and hottest summer days.

From the results of the measurements following establishments could be drawn.

1. In the winter months in the profile of the deep and surface manured and untreated plots no differences of stead character can be observed. It could be noticed only, that on very cold days (10 February) the temperature of the untreated soil is by 0,5 to 1,5° C higher than that of the fertilized plots. This result seems to be a contradiction especially if we suppose that the water content of both manured variants is higher than that of the untreated one.

This contradiction may probably be eliminated by a displacement which eventually occurs in the daily course of the temperature, but the temperature data available showed no signs of it.

2. In spring the deep manured soil warms up first. This can be understood easily: the manure layer exerts an isolating effect and prevents the penetration of the heat downward in the soil. Therefore, the insolation heat absorbed by the soil warms the layers above the manure level first. The warming up of the surface fertilized soil proceeds most slowly. In comparison to the other two variants its temperature is during the whole summer lower, but in dry periods it may be higher than that of the deep manured soil.

3. The temperature data of the untreated plots have a wider amplitude, and conversely, both manuring methods lessen the extremities of soil temperature. In the upper layers the difference — as compared with the values of the fertilized and in the first place of the deep manured soil — may score 2 to 4° C and 30 cm. below the surface 1,5° C.

4. In autumn the untreated soil shows the lowest temperature, it turns cold considerably quicker than the manured plots. In this season in the layers below the 20 cm. level of the deep manured soil the daily fluctuation of the temperature is only of a minimum degree; this phenomenon may also be attributed to the isolation influence of the deep manure layer.

From the data of soil temperature measurings performed hourly the daily

TABLE 3.

| Date | | time | | deep manuring | | | | | | surface fertilizing | | | | | | untreated control | | | | | |
|------------|------|--------------|-------------|---------------|------|------|------|------|------|---------------------|------|------|------|------|------|-------------------|------|------|------|------|------|
| | | | | cm. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | hour | mi- nute | 5* | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 5* | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 5* | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 1 january | 1956 | 6 | 43 | 0,6 | 0,0 | 0,6 | — | — | — | 0,5 | 0,9 | 1,2 | — | — | — | 0,8 | 1,0 | 1,2 | — | — | — |
| | | 13 | 43 | 3,2 | 2,4 | 1,9 | — | — | — | 3,4 | 2,6 | 2,9 | — | — | — | 3,3 | 2,4 | 1,7 | — | — | — |
| | | 6 | 43 | -0,8 | -0,1 | -0,1 | — | — | — | -0,7 | -0,2 | -0,1 | — | — | — | -0,6 | -0,1 | -0,1 | — | — | — |
| 8 january | 1956 | 13 | 43 | -0,2 | -0,1 | 0,0 | — | — | — | -0,3 | -0,2 | -0,2 | — | — | — | -0,1 | -0,1 | 0,0 | — | — | — |
| | | 6 | 43 | 0,7 | 1,3 | 1,1 | — | — | — | 1,0 | 1,1 | 1,0 | — | — | — | 1,0 | 1,1 | 1,5 | — | — | — |
| | | 13 | 43 | 4,9 | 3,3 | 2,4 | — | — | — | 4,8 | 3,6 | 2,4 | — | — | — | 4,0 | 3,4 | 2,3 | — | — | — |
| 16 january | 1956 | 6 | 43 | -7,4 | -6,2 | -5,6 | — | — | — | -7,1 | -6,8 | -5,8 | — | — | — | -6,4 | -5,6 | -5,1 | — | — | — |
| | | 13 | 43 | -5,9 | -5,5 | -5,4 | — | — | — | -5,5 | -5,9 | -5,7 | — | — | — | -5,5 | -5,2 | -5,1 | — | — | — |
| | | 6 | 43 | 5,4 | 5,8 | 6,7 | — | — | — | 4,9 | 5,4 | 6,5 | — | — | — | 5,0 | 6,3 | 6,6 | — | — | — |
| 4 april | 1956 | 13 | 43 | 15,1 | 11,9 | 10,0 | — | — | — | 14,7 | 12,3 | 9,5 | — | — | — | 14,6 | 12,3 | 10,1 | — | — | — |
| | | 6 | 43 | 10,9 | 11,5 | 12,2 | 12,0 | 12,6 | 12,6 | 10,7 | — | 12,1 | 12,2 | 12,4 | 11,9 | 10,6 | 11,2 | 12,1 | 11,7 | 12,3 | 12,3 |
| | | 13 | 43 | 19,6 | 15,7 | 14,3 | 12,4 | 12,6 | 12,2 | 19,3 | — | 13,5 | 12,6 | 12,2 | 11,3 | 19,5 | 15,8 | 14,1 | 12,8 | 12,3 | 12,3 |
| 17 april | 1956 | 6 | 43 | 16,0 | 16,7 | 17,8 | 18,3 | 18,6 | 18,4 | 15,5 | — | 17,9 | 18,3 | 18,6 | 17,9 | 16,1 | 17,2 | 18,5 | 18,4 | 18,9 | 19,1 |
| | | 13 | 43 | 33,8 | 26,9 | 23,4 | 20,0 | 18,8 | 18,4 | 32,5 | — | 20,7 | 19,2 | 18,6 | 17,6 | 32,6 | 27,4 | 23,1 | 19,8 | 19,3 | 18,9 |
| | | 6 | 43 | 22,0 | 22,3 | 23,3 | 23,8 | 24,0 | 23,6 | 21,9 | 21,7 | — | 23,4 | 23,7 | 23,3 | 21,2 | 22,2 | 23,3 | 24,2 | 23,7 | 23,7 |
| 22 july | 1956 | 13 | 43 | 42,2 | 27,3 | 25,6 | 24,1 | 23,6 | 23,0 | 40,2 | 26,5 | — | 23,4 | 23,4 | 22,8 | 43,9 | 26,6 | 25,6 | 24,7 | 23,6 | 23,3 |
| | | 6 | 43 | 22,7 | 22,4 | 23,0 | 23,9 | 23,5 | 23,1 | 22,0 | 22,4 | — | 23,3 | 22,2 | 23,0 | 20,9 | 21,7 | 22,8 | 23,5 | 22,9 | 22,8 |
| | | 13 | 43 | 36,4 | 26,3 | 24,6 | 23,0 | 22,6 | 22,2 | 35,8 | 26,3 | — | 22,7 | 22,7 | 22,1 | 37,3 | 26,8 | 24,3 | 23,6 | 22,5 | 22,3 |
| 21 august | 1956 | 6 | 43 | 11,0 | 14,1 | 14,2 | 15,6 | 16,3 | 16,0 | 11,1 | 14,2 | — | 16,2 | 16,8 | 16,3 | 10,5 | 13,7 | 14,9 | 15,9 | 15,8 | 15,9 |
| | | 13 | 43 | 30,1 | 20,5 | 18,4 | 16,6 | 16,4 | 16,5 | 31,0 | 19,9 | — | 16,6 | 16,6 | 16,1 | 29,3 | 20,2 | 18,2 | 17,0 | 16,3 | 15,9 |
| | | 30 september | 1956 | 13 | 43 | 30,1 | 20,5 | 18,4 | 16,6 | 16,4 | 16,5 | 31,0 | 19,9 | — | 16,6 | 16,6 | 16,1 | 29,3 | 20,2 | 18,2 | 17,0 |

* in 2 cm. deep from 22 july 1956.

The effect of deep and surface manuring on the temperature.

course and the extreme values of the temperature can be obtained; these data give a rather complete picture of the temperature conditions of the soil profiles.

The observation data taken from 10, 20 and 30 cm. depth on the relatively brightest day of a fortnight period are shown in Fig. 4.

The daily course of the soil temperature 2 cm. below the surface is not demonstrated, because in this layer — as it can be established from the data of other days — the development of the temperature does not depend chiefly on the manner of fertilizing, but is influenced in the first place by the factors connected with the insolation (shade, clouds, etc.).

To present a comparison, also the data of air temperature measured 10 and 180 cm.

Above the experimental plots are shown in Fig. 4.; the graphs permit the establishment of further differences characterizing the three variants:

1. In 10 cm. depth the maximum amplitude of the daily temperature can be observed in the untreated, and the minimum in the surface manured soil. The temperature amplitude of the untreated soil surpasses that of the deep manured soil by 1°C and that of the surface fertilized soil by $1,5^{\circ}\text{C}$.

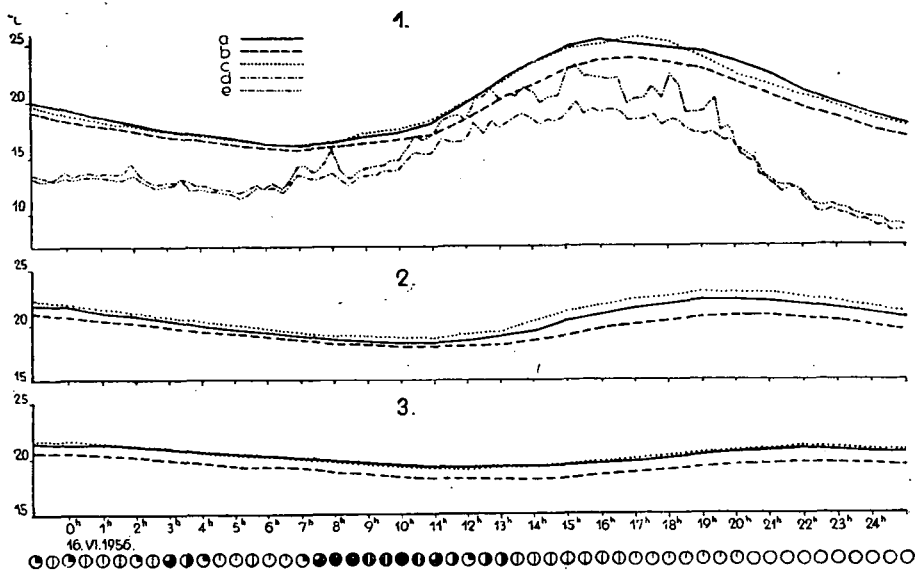


Fig. 4. The daily course of the soil and air temperature.

1 = the soil temperature in 10 cm. deep and the air temperature, 2 = the soil temperature in 20 cm. deep, 3 = the soil temperature in 30 cm. deep, a = deep manuring, b = surface fertilizing, c = untreated control, d = the air temperature measured 180 cm., e = the air temperature measured 10 cm.

In the surface manured and untreated soil the temperature reaches its maximum at 16 h, in the deep manured soil at 15 h. In the soil of all variants the time of the minimum was 6 h (Middle-European standard time).

2. In 20 cm. depth the temperature amplitudes of the three variants relate to each other with differences similar to those found at the 10 cm. level. The

moderating effect of deep manuring is clearly proved partly by the fact that the amplitude of the daily temperature of the plots treated thus is by $0,5^{\circ}\text{C}$ lesser than in the untreated soil and partly by the lower temperature ($0,5^{\circ}$ to $1,0^{\circ}\text{C}$). In the soil of all three variants the temperature maximum takes place at 18 h and the minimum about 10 h.

3. In 30 cm. depth there is no remarkable difference in the amplitudes of the daily temperature, its values are about $2,5^{\circ}\text{C}$ in each variant.

The temperature has its maximum at 21 h, its minimum about 11 h.

4. The surface manured soil shows in every layer the lowest temperature. At 10 cm. level it is by $0,5^{\circ}$ to $2,0^{\circ}\text{C}$, in 30 cm. depth by about $1,0^{\circ}\text{C}$ lower than the temperature of the untreated soil.

5. In 10 and 30 cm. depths of the untreated and deep manured soils the thermometer shows — except all but extreme values — identical degrees. At 20 cm. level (in the layer of the manure), however, the temperature of the deep manured soil is nearly by $1,0^{\circ}\text{C}$ lower than that of the untreated soil.

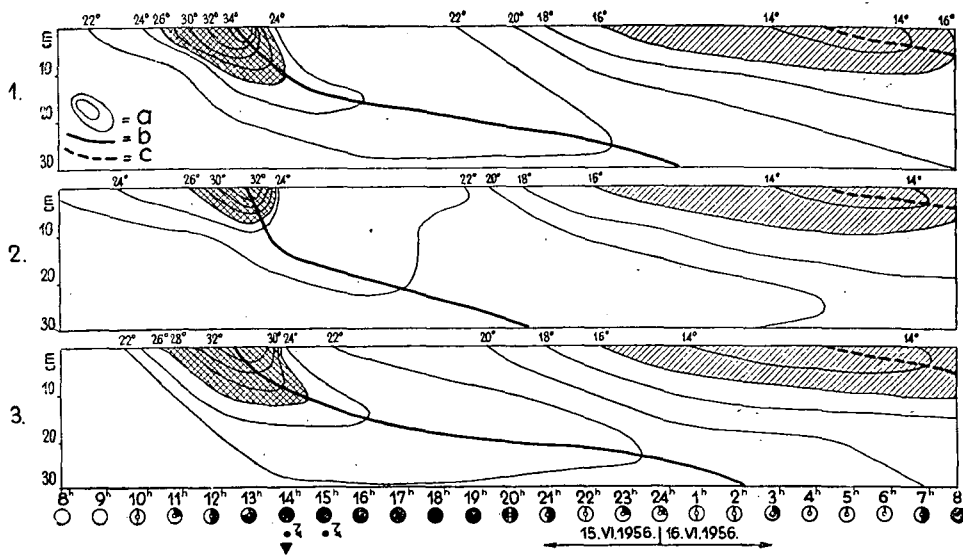
Still more complete picture on the temperature conditions of the whole soil profile are given by the temperature isopleths.

Fig. 5/a—c. shows the temperature isopleths of all three variants based on the records of three days and a half.

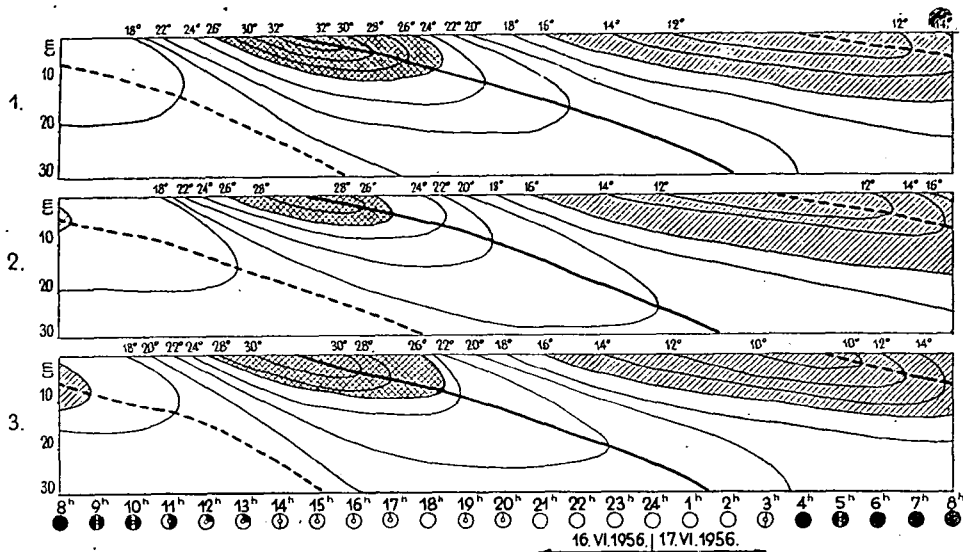
Unfortunately, in the fortnight when the microclimatic observations were carried out, the clouding cover was nearly uninterrupted and disturbed the characteristic temperature conditions. The relatively brightest day was 16 June, therefore the conclusions concerning the soil profile of each variant are chiefly drawn from the isopleths of this day. But even the values of this day are disturbed by an event: on the preceding day 16,9 mm. precipitation has fallen down and increased the moisture content of the upper soil layers considerably.

Analysing the temperature isopleths of the three variants, following establishments may be fixed:

5/a



5/b



5/c

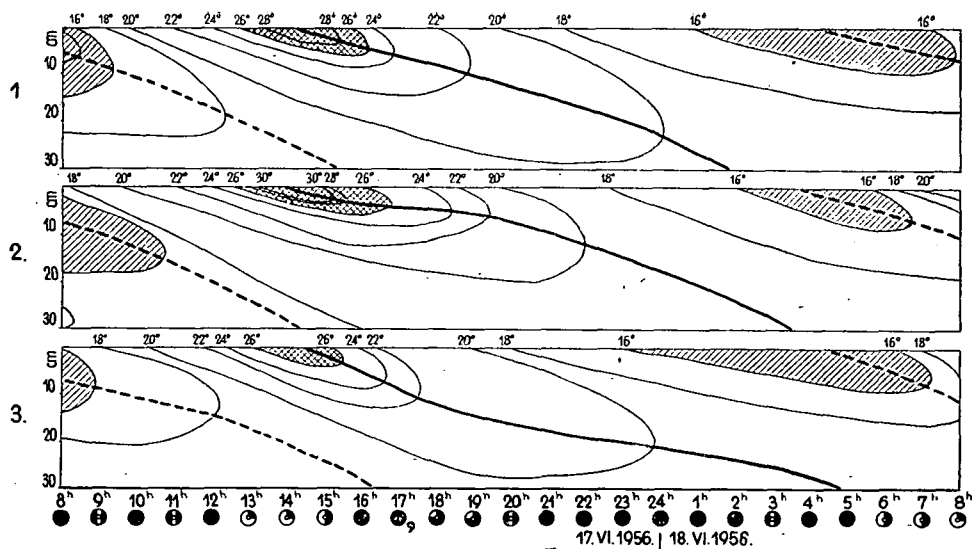


Fig. 5/a—c. Isopleths of the soil temperature.

1 = deep manuring, 2 = surface fertilizing, 3 = untreated control, a = isopleths, b = "warm level",
c = "cold level".

1. The soil temperature of the surface manured plots is lower and more balanced: the curve of the isopleths is less steep than that of the other two variants.

2. In the uppermost 2 cm. layer of the surface fertilized soil the low temperature lasts for the shortest time. At about 5,30 h the temperature of this layer exceeds already 14°C . In the soil of the two other variants the temperature in the same layer reaches 14°C at about 6,15 h only. Moreover between their temperature considerable differences can be observed. The uppermost layer of the deep manured soil cools to 14°C only at about 2,0 h, but the same layer of the untreated soil shows that temperature already at 23,30 h and also the cooling down penetrates deeper in it.

3. Remarkable differences can be noticed also in the warming up of the soil of the three variants. The surface manured soil gets warm moderately: the temperature of the uppermost 2 cm. layer surpasses $28,0^{\circ}\text{C}$ only between 12,30 and 15,30 h while in the same layer of the deep manured soil a temperature over $28,0^{\circ}\text{C}$ can be observed from 12,0 to 16,30 h. In this respect the untreated and deep manured plots display a similar behaviour with a postponement of half an hour only. The essential difference between these two variants is, that the deep manured soil has a higher temperature gradient and, as a consequence, its temperature maximum is by about $1,0^{\circ}\text{C}$ higher (due to the checking effect of the deep manure layer on temperature penetration).

4. The »cold level« and »warm level« defined by *Wagner* (14) has nearly the same angle; this fact indicates a good change of the heat in both direction. The slope of the cold level — especially in the deeper layers of the untreated soil — is rather steep, showing that the temperature changes quicker here than in manured soils. This phenomenon verifies indirectly also the heat isolation effect of the manure and we may conclude from it that the accumulation of heat in the lower layers of the untreated soil is less than in the manured ones.

On the following days the warming up of the soil assumed a rather different countenance. The temperature of the surface fertilized soil was higher than that of the untreated plots. This is by all means directly due to the greater clouding over on those days. The heat reserve accumulated in the deeper layer of the manured soils together with the insolation resulted in higher temperatures in the upper layers of these soils.

It is worth to analyse the effect of the stormy hail which occurred on 15 June about 13 h. The relatively considerable amount (16,9 mm.) of cold precipitation falling down very fast changed decidedly the course of the temperature isopleths. The greatest difference can be observed in the profile of the surface fertilized soil. This corroborates the establishment given above that the surface manuring facilitates faster penetration of the precipitation to a relatively greater depth, where the layers are more cooled down.

Summary

In connection with growing seedlings of Scots pine, for one year and a half investigations were performed on loose sand soils in order to examine the effect of deep and surface manuring on the heat and water regime of the soil. Following facts could be ascertained:

2. The results pertaining to the latter problem essentially correspond with

From the two procedures tested the effect of deep manuring seems to be more favourable, especially as to the water regime of the soil.

2. The results pertaining to the latter problem essentially correspond with those obtained by A. Klimes-Szmik (8), revealing that in the vegetation period the desiccation of the fertilized soil is in its entire profile slower than that of the untreated soil (the manure layer serves as a water depot) and, therefore, the former ensures better water supply for the plants.

3. It should be underlined, that surface fertilizing contributes to quicker and deeper penetration of summer precipitation, but, on the other hand, the soil thus treated dries faster.

4. Surface manuring decreases the extreme changes of temperature of sandy areas: the warming up and cooling down of the soil is equally slower. But, on the other hand, the soil thus treated grows colder, chiefly in rainy periods.

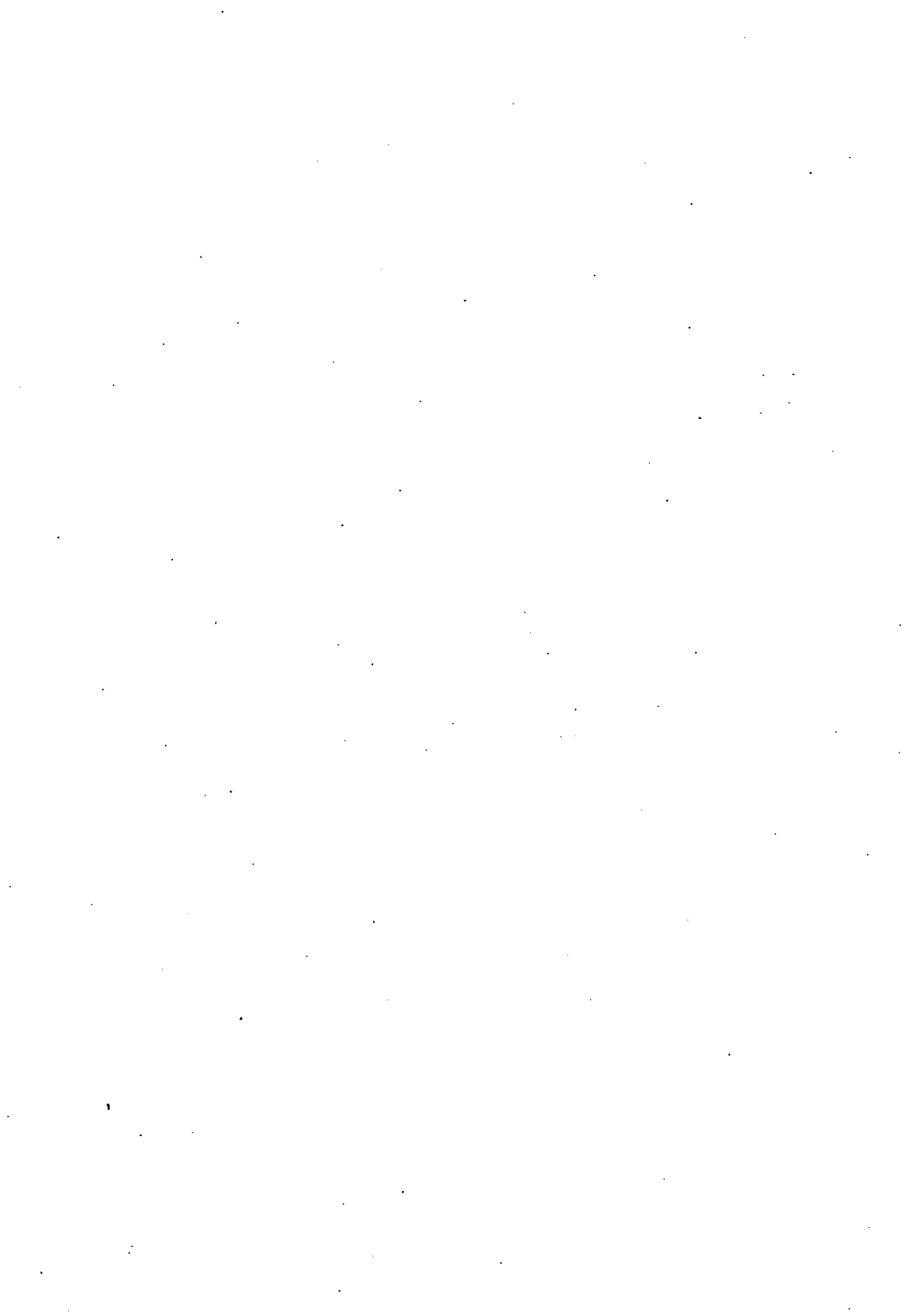
5. The deep manure layer delays the expansion of heat to the layers beneath it. Moreover, due to its high moisture content, it may also store heat, despite the fact, that its temperature is slightly lower than that of a layer in the same depth in untreated soils. The advantage of deep manuring manifests itself chiefly in decreasing the extremities of temperature and in ensuring higher temperature in sand soils. However, in case of heavy insolation this effect may become damageous, because the »heat isolation« of the deep manure layer may cause too high temperatures in the layers near the surface. This danger threatens far less if the manure layer is placed into greater.

The author is indebted to Dr. Richard Wagner, Professor of University for his many-sided valuable help and Professor Dr. Béla Faludi for his useful suggestions. The Biological Station ALSÓGÖD supported the investigations in every respect; for this assistance thanks are due, first of all to the Director of the Station Dr. Mihály Maróti.

LITERATURE

1. *Aujeszký—Berényi—Béll*: Agricultural meteorology. (Mezőgazdasági meteorológia.) Bpest, 1951. p. 330., 334—335., 367, 519.
2. *Babos, I.*: Afforestation experiments combined with deep manuring in Kunadacs. — Paper read in the General Committee of Forestry of the Hungarian Academy of Sciences. (Aljtrágyázással egybekötött erdősítési kísérletek Kunadacson. — Előadás az M. T. A. Erdészeti Főbizottságában. 1954. VI. 24.)
3. *Egerszegi, S.*: A new method of amelioration of sand soils. (Új homokjavítási rendszer.) M. T. A. Agrártud. Oszt. Közl., 1953. 3 (1—2).
4. *Egerszegi, S.*: The agrometeorological relations of the deep manuring systems. (Aljtrágyázási rendszerek agrometeorológiai vonatkozásai.) Időjárás, Bpest, 1953. 3. p. 145—159.
5. *Egerszegi, S.*: The improvement of the water regime of sand soils and the agrophysiological relations of this procedure. (Homoktalajok vízgazdálkodásának megjavítása és agrofiziológiai vonatkozásai.) M. T. A. Agrártud. Oszt. Közl., 1957. 11 (1—4).
6. *Heinrich, F.*: Investigations as to the effect of manuring with basalt and boulder marl on the water regime and condition of diluvial sandy forest soils in East-Germany. (Untersuchungen über den Einfluss der Basalt und Geschiebemergeldüngung auf den Wasserhaushalt und Bodenzustand sandiger diluvialer Waldböden Ostdeutschlands.) Zeitschr. ges. Forstw., 1943. 75/69 (7—9) p. 183—213.
7. *Heinrich, F.*: A new way to improve the water regime of weed-covered diluvial sandy forest soils. (Ein neuer Weg zur Verbesserung der Wasserführung unkrautwüchsiger sandiger diluvialer Waldböden.) Zeitschr. ges. Forstw., 1943. 75/69 (4—6) p. 132—143.
8. *Klimes-Szmik, A.*: The water regime of deep manured sand soils. (Aljtrágyázott homok vízgazdálkodása.) Agrokémia és talajtan, 1954. 3 (1—2). p. 75—103.

9. Papp, L.: Deep manuring in nurseries. (Aljtrágyázás csemetekertekben.) Erdészeti Kutatások, 1955. 1. p. 49—62.
10. Papp, L.: Raising coniferous seedlings on poor loose sand soils with special regard to deep manuring. (Fenyőcsemetenevelés sovány, laza homoktalajon, különös tekintettel az aljtrágyázásra.) Erdészeti Kutatások, 1956. 2. p. 39—59.
11. Pogrebniak, P. S.: Planting Scots pine in spots on sand soil. (Erdeifenyő fészkes ültetése homokon.) Lesz. i Step, 1952. 8. p. 23—27
12. Varga, L.—Gyurkó, P.: The effect of deep manuring on the microorganisms of sand soils. (A homoktalaj aljtrágyázásának hatása a talaj mikroorganizmusaira.) M. T. A. Agrártud. Oszt. Közl., 1955. 6 (1—2).
13. Wagner, R.: The idea and method of microclimate in geographical investigations. (A mikroklíma fogalma és módszere a természeti földrajzi kutatásokban.) Földr. Értesítő, 1955. 4. p. 465—475.
14. Wagner, R.: Contributions to the microclimate of the Southeastern-Great Plain (Alföld) in Hungary. (Adatok a Délkelet-Alföld mikroklímájához.) Földr. Értesítő, 1956. 5 (2). p. 135—160.



DIE EINWIRKUNG DER DONAU UND DER OBERFLÄCHENFORMEN AUF DIE MIKROKLIMATISCHEN VERHÄLTNISSE DES UFERRANDES BEI ALSÓGÖD

Von

M. ANDÓ

Klimatologisches Institut der Universität Szeged.

Wenige Abhandlungen beschäftigen sich mit der Frage in welchem Masse die stehenden und die fließenden Gewässer die mikroklimatischen Verhältnisse der Uferlandes verändern. In unserem Lande wurde solche Untersuchungen nur in wenigen Fällen, besonders neben dem PLATTENSEE (BALATON) und der THEISS (TISZA) durchgeführt, und so sehr viele Probleme warten noch auf Lösung in betreff dieser Wechselwirkungen. Eine vielseitige Untersuchung des Problems ist besonders wichtig, weil die das Mikroklima verändernde Einwirkung der Wasserflächen bei verschiedenen Wetterlagen bedeutend sein kann.

Die Kenntnis der mikroklimatischen Verhältnisse ist bei vielen Fragen wichtig. Bei einzelnen Untersuchungen können wir aber kein vollständiges Bild gewinnen, Vollständigkeit können wir ja auch nicht erwarten. Die Teilergebnisse aber, die durch Methoden der komplexen Untersuchung gewonnen werden, helfen die Verhältnisse und Wechselwirkungen zu erkennen in denen die Flüsse und Seen eine Rolle spielen.

In meiner Arbeit erstatte ich Bericht über eine diesbezügliche Mikroklimauntersuchung, näher über die Mikroklimamodifizierende Einwirkung der DONAU bzw. über die mikroklimatischen Verhältnisse des umgebenden Überschwemmungsgebietes.

Der Platz der Untersuchung ist ALSÓGÖD (zwischen BUDAPEST und VÁC) auf dem Gebiet der Biologischen Station der Universität L. Eötvös von BUDAPEST, das unmittelbar im linken Überschwemmungsgebiet der DONAU liegt.

Im Rahmen der Mikroklimauntersuchung von 1957 des *Klimatologischen Instituts der Universität von SZEGED* führten wir vom Flüsse ausgehend Querschnittmessungen während einer Woche (vom 7. juli bis 15.) aus. Die Messungen wurden in jeder Stunde mit Assmanschen Aspirationspsychrometern Tag und Nacht, ohne Unterbrechung genommen. Auf dem Terrain befand sich auch eine Klimastation. An allen Beobachtungspunkten wurden die Beobachtungen zur gleichen Zeit gemacht, und zwar im 5 und im 50 cm Niveau. Warum wir eben diese Niveaus wählten, erklärt sich dadurch, dass die experimentellen Setzlinge

auf diesem Terrain sowie der Untersuche des Überschwemmungsgebietes sich in diesem Höhen befinden.

In erster Linie interessierte uns nämlich, unter welchen Klimaverhältnissen die natürlichen und die künstlichen Pflanzenbestände sich befinden und welche Einwirkung die unmittelbare Nähe der DONAU auf diese Assoziationen ausübt.

Wie Abb. 1. zeigt, ist das untersuchte Terrain mit sehr mannigfaltigen Konfigurationen untermischt. Dies wird in unserer Karte mit 1 m hohen Isohypsen dargestellt. In seinen natürlichen Zustand ist das Terrain ein Abhang des Überschwemmungsgebietes mit künstlichen 5—6 m hohen Sandhügeln auf denen ein Bestand von 50 jährigen Föhren und Schwarzkiefern steht hier und da mit Laub-

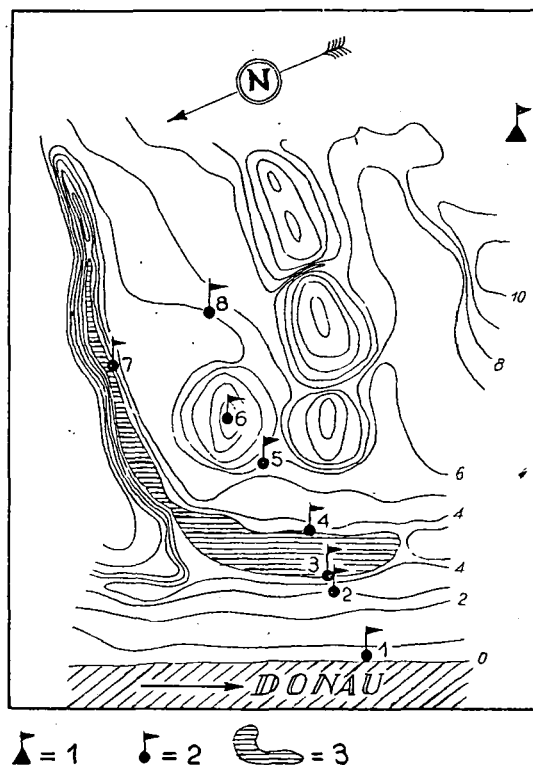


Abb. 1. Das Stationsnetz der Mikroklimaforschung in Alsógöd. Schichtlinien in jedem Meter. O Punkt der Wasserspiele der Donau. 1 = Beobachtungszentrum der Widerstandsthermometer. 2 = Beobachtungsstationen. 3 = künstlicher Teich.

bäumen gemischt. Die Mannigfaltigkeit des Terrains wird noch erhöht durch das 1—3 m tiefe künstliche Teichsystem das zwischen der DONAU und der erwähnten Hügeln gelegen ist. Diese Art des Überschwemmungsgebietes mit mannigfaltigen Geländeformationen ist zwar an den Ufern der DONAU nicht allgemein und so sind die mikroklimatischen Verhältnisse hier mit denen der anderen in

ihrem Charakter verschiedenen Uferränder. Aber auch dieses Gebiet trägt an sich den eigenartigen mikroklimatologischen Charakter den die grosse Wassermenge der DONAU zustande bringt.

Die Wetterlage während der Beobachtungsperiode.

Die Beobachtungen führten wir vom 7. bis zum 15. Juli 1957 aus. Die makrosynoptische Gestaltung dieser Periode wird durch Folgendes charakterisiert. Ende Juni, am 28—29. wird plötzlich warme, dunstreiche Luft herrschend, deren Dunstgehalt am 4. Juli stark abnimmt. Die Temperatur steigt aber weiter. Die Temperaturanomalie war während 12 Tage vom 29. Juni bis zum 10. Juli stets positiv; während 3 Tage zwischen dem 6. und 9. Juli war die tägliche Durchschnittstemperatur über 30° C. Was den Niederschlag betrifft kann diese Periode als trocken bezeichnet werden und an den letzten 3 Tagen erfolgte eine Luftdürrenperiode. Die Wärmeperiode wurde dann am 9. und 10. mit Gussregen und Gewittern durch einen Kälteeinbruch beendet, der im ganzen Lande reichliche Niederschläge ergab. Wie es aus dem Gesagten ersichtlich ist, waren wir während der Zeit unserer Untersuchung glücklich darin, dass wir imstande waren die mikroklimatischen Verhältnisse des Überschwemmungsgebietes, die Wechselwirkungen des Flusses bei charakteristisch verschiedenen Wetterlagen zu untersuchen.

Der Gang der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeit

In den ersten Tagen unserer Untersuchung am 7., 8. und auch noch am 9. (an welchem Tage in den Nachmittagsstunden ein Regenguss fiel) war die mittlere Tagestemperatur in BUDAPEST infolge der Wirkung warmer trockener Luftmassen am 7. 30,0° C am 8. 30,8° C, am 9. 28,1° C; dagegen waren die mittleren Tagestemperaturwerte an der Klimastation in ALSÓGÖD am 7. 28,7° C, am 8. 30,0° C, am 9. 27,7° C.

Für die Untersuchung der mikroklimatischen Wirkungen der DONAU stellten wir nach der beiliegenden Kartenskizze (Abb. 1.) acht Psychrometerstationen auf. Auf Grund der hier gemachten Beobachtungen untersuchen wir den mikroklimatischen Charakter unseres Querschnitts.

TABELLE I.
Temperaturunterschied zur 1. Station
8. VII. 1957.

| Zeit (h) | 2. | 4. | 6. | 8. | 10. | 12. | 14. | 16. | 18. | 20. | 22. | 24. |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Station- nummer | | | | | | | | | | | | |
| 1. | 23,1 | 20,0 | 18,9 | 22,6 | 25,0 | 27,2 | 31,2 | 31,3 | 30,0 | 28,8 | 27,2 | 24,9 |
| 2. | -1,0 | -0,4 | 0,9 | 0,2 | 1,3 | 2,0 | 1,7 | -0,2 | -0,2 | -0,2 | -0,8 | -0,1 |
| 3. | -1,4 | -0,5 | 1,3 | 0,7 | 2,2 | 2,6 | -0,8 | -0,3 | -0,1 | -0,4 | -1,6 | -0,9 |
| 4. | -1,5 | -0,9 | 0,9 | 0,2 | 1,4 | 5,6 | 2,0 | 0,1 | 0,3 | 0,8 | -1,2 | -0,9 |
| 5. | -2,0 | -1,1 | 0,3 | 0,2 | 1,6 | 9,3 | 5,2 | 0,9 | 2,0 | 1,0 | -1,2 | -1,1 |
| 6. | -2,7 | -1,6 | 1,2 | 1,6 | 4,7 | 9,4 | 6,8 | 3,1 | 4,2 | 2,9 | -0,8 | -1,5 |

An Stationen 1, 2, 3, fanden wir in der Einstrahlungsperiode auf Grund der in den zwei Niveaus (5 bzw. 50 cm) gemessenen Lufttemperatur eine inversionale Temperaturverteilung. Ihre Grösse nimmt mit der Entfernung von der DONAU ab (Abb. 2.). Diese Entfernung kann auf ungefähr 60 m eingeschätzt werden; ferner (vom Flusse) bleibt die Inversion unter dem Einfluss der direkten Einstrahlung weg.

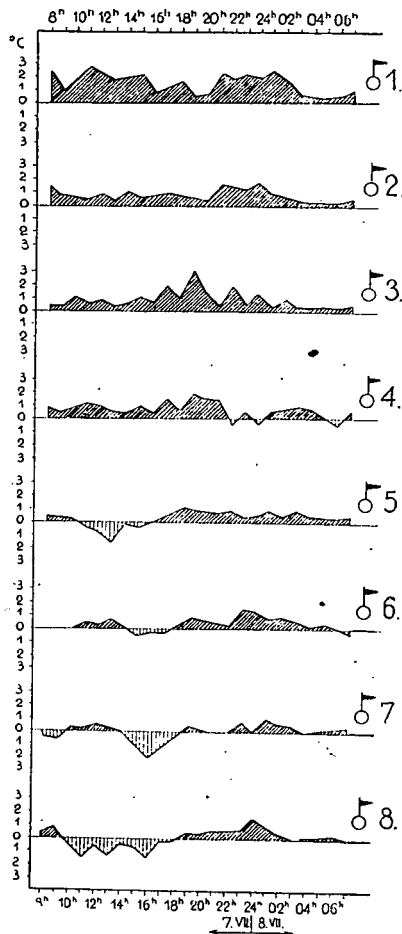


Abb. 2. Täglicher Gang der Inversion. Stationen nach der Abb. 1.

Auf die direkte Einwirkung der Sonnenstrahlung entsteht die höchste Temperatur natürlich dicht am Boden. Infolge der Beschattung durch die Vegetation kann an Stationen 4, 5, 6, 7, und 8 eine Inversion oder Isothermie auch zur Zeit der Einstrahlung entstehen. Am 7. und 8. Juli war der vertikale Temperaturgradient von 10 bis 16 Uhr positiv an Station 8. Dies ist die längste Zeitdauer unter allen Stationen.

Wenn wir den täglichen Temperaturgang von Station 8 mit dem von Station 1 vergleichen, finden wir das Gebiet von Station 8 wärmer. Zur Zeit der Temperaturmaxima sind die Temperaturunterschiede in beiden Luftniveaus durchschnittlich 5–6° C (37–32°). Abb. 3.

Wie es aus der Darstellung ersichtlich ist, kann hier von der Wärmeabsorption verschiedenen Massen zweier verschiedener Substratoberflächen die Rede sein. Die Temperatur von Station 8 (in bzw. 50 cm) sinkt auch in der Nacht nicht unter die von Station 1. An den anderen Stationen dagegen fanden wir, dass bis 22–9 Uhr die Temperatur tiefer ist als unmittelbar am Donauufer (Station 1.). Das ist auch natürlich, da die Wassermenge eine grosse Wärmespeicherungskapazität hat.

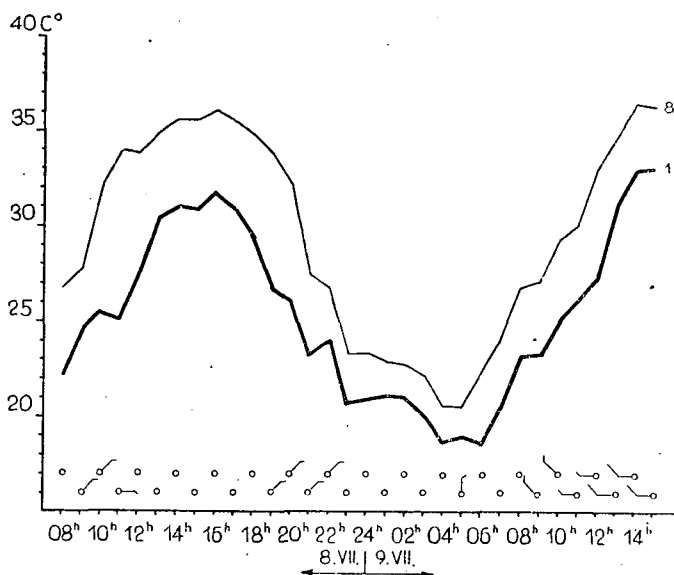


Abb. 3. Lauf der Lufttemperatur. Stationen 1 und 8 nach Abb. 1. Die obere Zeile der Wind-Angaben beziehen sich an die Station 8, die untere Zeile an 1.

Aus dem Charakter und der Lage von Station 8 könnte man darauf schliessen, dass die Ausstrahlung in diesem Gebiet viel bedeutender, dass heisst die nächtliche Abkühlung viel stärker sei. Wie wir es in der Abbildung sehen, ist das aber nicht der Fall. Der Temperaturgang der Station wird durch die schlammige, humushaltige Sandfläche, die reich ist an Bodenfeuchtigkeit und durch die geschlossene Formation der Künstlichen Hügel, die eine kraterartige Vertiefung bilden, stark beeinflusst. In grossem Masse wird der Temperaturgang auch durch die Wirkung der Raumfläche, Oberfläche die die Windverhältnisse modifiziert (von N und NW Windschatten) beeinflusst sowie durch die Tatsache, dass eine Turbulenz sich schwerlich bilden kann und dass die Konvektionsbewegungen wegen der vertikalen Schichtung der Lufttemperatur gering sind.

Im Temperaturgang der anderen Stationen (mit Ausnahme von Station 7, die sich in einem Tal befand) offenbart sich die Wechselwirkung des Flusses. Die

Grösse der Wechselwirkung in den Phasen der Erwärmung und der Abkühlung ist verschieden. Bei der Abkühlung nimmt die Temperatur in immer grösserem Masse ab wenn wir uns vom Fluss entfernen. So ist zum Beispiel die Temperatur des 50 cm Luftniveaus an Station 6 um 22 Uhr am 7. Juli um $3,7^{\circ}\text{C}$ tiefer als die Temperatur von Station 1, die 150 cm davon entfernt ist. Unter den anderen Stationen ist der Temperaturunterschied an Station 5. $3,5^{\circ}\text{C}$, an Station 4. $2,5^{\circ}\text{C}$, an Station 3 $1,5^{\circ}\text{C}$, an Station 2 $0,5^{\circ}\text{C}$. Dieses Bild der Temperaturverteilung ist auch an anderen Tagen gut erkennbar, es wird aber, besonders wenn ein NW — Wind weht, durch die nächtlichen Luftbewegungen stark beeinflusst.

In der Temperatur der Luft des 5 cm Niveaus kann diese regelmässige Verteilung nicht gefunden werden, was mit der Oberflächenmikroformation und der Modifikation der Vegetation zu erklären ist. Die Unterschiede findet man aber auch in 5 cm wenn man die täglichen Temperaturschwankungen untersucht. In diesem Falle können die zwei Substraten, das Wasser und das Überschwemmungsgebiet abgesondert werden.

Die tägliche absolute Schwankung der Temperatur nimmt in dem Masse der Entfernung vom Wasser zu. Das beweisen die am 8. VII. 1957. im 5 cm Niveau gemessenen folgenden Werte:

Grösse der Temperaturschwankung $12,3^{\circ}\text{C}$ an St. 1, $13,1^{\circ}\text{C}$ an St. 2, $11,7^{\circ}\text{C}$ an St. 3, $14,1^{\circ}\text{C}$ an St. 4, $14,5^{\circ}\text{C}$ an St. 5, $16,6^{\circ}\text{C}$ an St. 6. Nur Station 3. bildet eine Ausnahme, was sich mit dem Einfluss der Teichsystems erklären lässt.

Zum Verständnis der Gestaltung der Temperaturverhältnisse ist es nötig

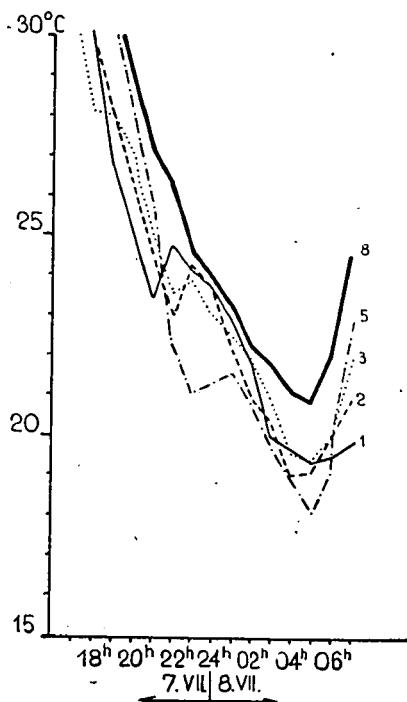


Abb. 4. Lauf der Lufttemperatur in der Nacht. Anordnung der Stationen nach Abb. 1.

ausser der oben Gesagten, auch auf den Wärmeaustausch der Luft über den verschiedenen Substraten kurz einzugehen.

Auf Grund unserer Angaben kann man feststellen, dass die Temperatur der Luft über dem Wasser um 21—22 Uhr höher wird als über dem festen Boden. Von dieser Zeit ab verlangsamt sich das Tempo der Abkühlung an den Uferstationen; die Abkühlung kann eventuell auch aufhören, oder vorübergehend auch zunehmen. Dieser Zustand dauert, nach unseren Beobachtungen ungefähr bis Mitternacht und ist das Ergebnis advektiver Vorgänge. Diese Wirkung kann auch an St. 6 beobachtet werden. Die Grösse der nächtlichen »Zweiterwärmung« nimmt mit der Entfernung von der DONAU ab und wird in Zeit verschoben. *Auf Grund unserer Untersuchungen können wir also feststellen, dass auf dem gegebenen Uferabschnitt die Wirkung der wärmeren Luft über der DONAU in den Nachtstunden sich auf ungefähr 150 m. erstreckt. (Abb. 4.)*

In der Erwärmungsperiode könnte man entgegengesetzte Wirkung erwarten, aber wegen der Mannigfaltigkeit des Terrains ist dessen Untersuchung sehr schwer. Während an Stationen 4, 5, 6 die Temperatur mit der Entfernung von der DONAU in der ganzen Einstrahlungsperiode steigt, kann das Steigen an Stationen 2, 3 nur von 8 Uhr morgens beobachtet werden. Danach wird die Temperatur dieses Terrains tiefer als die des Wasserrandes.

Diese Tatsache bedeutet soviel, dass man während der Einstrahlungsperiode die Verhältnisse des Wärmeaustausche der beiden charakteristischen Terrains nicht abgesondert untersuchen kann, diese durch den da zwischenliegenden charakteristischen Abschnitt des Überschwemmungsgebietes in grossem Masse beeinflusst werden. Zur Bestimmung der Gesetzmässigkeiten dieser modifizierenden Wirkungen sind aber unsere Angaben nicht genügend.

Die Gestaltung der oben beschriebenen Temperaturverhältnisse hängt in grossem Masse mit den Verhältnissen der Luft und der Bodenfeuchtigkeit zusammen. Neben der Temperatur haben wir uns auch mit den Luftfeuchtigkeitsverhältnissen beschäftigt.

Untersuchen wir vor allem den Tagesgang des relativen Feuchtigkeits. Die relative Feuchtigkeit im untersuchten Gebiet schwankt zwischen 40—100%. Zwischen den einzelnen Stationen sowie zwischen den einzelnen Niveaus gibt es natürlich Unterschiede. Im täglichen Gang ist die relative Feuchtigkeit in den 5 cm Niveaus grösser als in 50 cm Höhe.

TABELLE II.
Luftfeuchtigkeit %.

| Thermometershöhe (cm) | Stationsnummer | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. |
|-----------------------|----------------|----|----|-----|----|----|----|----|----|
| 5 | Tagesmittel | 83 | 75 | 79 | 71 | 70 | 67 | 71 | 61 |
| | min. | 66 | 49 | 55 | 49 | 44 | 41 | 41 | 36 |
| | max. | 93 | 93 | 98 | 96 | 93 | 94 | 95 | 90 |
| 50 | Tagesmittel | 74 | 72 | 75 | 69 | 69 | 66 | 69 | 60 |
| | min. | 51 | 51 | 51 | 49 | 41 | 41 | 41 | 40 |
| | max. | 98 | 94 | 100 | 97 | 93 | 94 | 94 | 90 |

Im 5 cm Niveau ist der relative Dunstgehalt von Station 1 sehr hoch. Das Minimum selbst schwankt zwischen 60—70%. An den ferner gelegenen Stationen

ist der relative Dunstgehalt der Luft immer geringer, so dass er auf dem von der DONAU entferntesten Terrain (Station 8) nur noch 36—40% beträgt. Im 50 cm Niveau ist diese Abnahme schon weniger regelmässig, besonders in der Nacht, während der Zweiterwärmung. Dann ist die Lage nämlich umgekehrt, insofern der relative Dunstgehalt der Luft gegen die DONAU geringer ist. Die Unterschiede sind nicht gross, und die Sache lässt sich wahrscheinlich durch die Ausdunstung der verschiedenen Vegetation erklären.

In ihrer täglichen Verteilung übertrifft die relative Feuchtigkeit gegen 14—15 Uhr in beiden Niveaus zwischen den zwei entferntesten Terrains (Station 1 und 8) 25%. An den dazwischenliegenden Stationen ist der relative Dunstgehalt der Luft zwischen den beiden extremsten Werten proportional mit der Entfernung von der DONAU.

Die Gestaltung der relativen Feuchtigkeit allein ist nicht genügend dazu, dass wir die Feuchtigkeitsverhältnisse des untersuchten Terrains erkennen können, sie ist genügend dazu, dass wir die Wirkung des Wassers der DONAU, die es auf den Dunstgehalt des Ufergebietes ausübt messen können. Darum ist es wichtig auch die Veränderungen des absoluten Dunstgehaltes zu untersuchen, besonders weil im untersuchten Terrain sich auch Verdunstungsflächen befinden. Solche sind:

Beobachtungsstelle Nr. 1, die Wassermenge der DONAU.

Beobachtungsstelle Nr. 2, Uferrand mit feuchtem Boden, Vegetation mit ganz weichem Stengel und Weiden.

Beobachtungsstelle Nr. 3, künstlicher Fischteich.

Beobachtungsstelle Nr. 4, 5, 6, sandiger Schlamm mit grosser Bodenfeuchtigkeit. Geschlossener Pflanzenbestand mit weichem Stengel und gesetzte Baumgruppen.

TABELLE III.

Dampfdruck

| Stationsnummer | Thermometershöhe (cm) | 7. VII. | | | | | | | | | 8. VII. | | |
|----------------|-----------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|------|------|
| | | 8h | 10h | 12h | 14h | 16h | 18h | 20h | 22h | 24h | 2h | 4h | 6h |
| 1. sz. | 5 | 17,0 | 19,7 | 22,1 | 23,5 | 24,5 | 23,0 | 22,9 | 17,4 | 17,0 | 16,7 | 16,0 | 15,4 |
| | 5 | 16,3 | 18,4 | 21,1 | 21,0 | 20,6 | 20,7 | 20,0 | 16,5 | 16,5 | 16,2 | 15,5 | 15,5 |
| 5. sz. | 50 | 17,8 | 18,5 | 18,5 | 19,9 | 18,6 | 16,6 | 17,7 | 16,8 | 16,4 | 16,5 | 14,7 | 15,0 |
| | 5 | 16,6 | 18,1 | 19,4 | 17,5 | 16,7 | 14,8 | 17,6 | 18,3 | 16,4 | 16,8 | 14,8 | 15,0 |
| 8. sz. | 50 | 15,9 | 17,5 | 17,7 | 16,3 | 16,2 | 17,7 | 18,2 | 18,3 | 17,5 | 16,8 | 16,3 | 16,3 |
| | 50 | 15,7 | 17,6 | 16,3 | 15,0 | 16,8 | 17,2 | 16,6 | 18,7 | 17,8 | 16,1 | 16,7 | 16,3 |

Wegen der Verdunstungsflächen und des Winschutzes ist die Schwankung des absoluten Dunstgehaltes der Luft in unserem Untersuchungsgebiet, wie es unsere Mesungen beweisen, wirklich gering. An Station 1 schwankte der Dampfdruck an heissen trockenen Tagen (am 7. und 8. Juli) zwischen 25—16 mm. Diese Werte sind im Gegensatz zu den Angaben der Klimastation sehr hoch. *Die täglichen Schwankungen des Dampfdruckes nehmen mit der Entfernung von der DONAU ab.* So ist die Schwankung zum Beispiel an Station 8 in 5 cm Höhe an

den untersuchten Tagen nur 2 mm, in 50 cm 2—3 mm, an Station 1 in 5 cm Höhe 9—10 mm, in 50 cm Höhe 5—6 mm. Es ist auffallend, dass im Bereich von Station 8 der Dunstgehalt ständig recht hoch (15—18 mm) ist.

Für diese Station ist es charakteristisch, dass man in Dampfdruck ausgeprägten Tagesgang auch nicht findet. Dagegen ist der Tagesgang des Dampfdruckes an Station 1 wohl bemerkbar.

Im Bereich von Stationen 2—3 ist der Dampfdruck im grösseren Teil der 24 Stunden, von 17 Uhr nachmittags bis 11 Uhr vormittags, grösser als an Station 1. Unserer Meinung nach gibt die mit Vegetation bedeckte durchnässte sumpfige Erdoberfläche eine grössere Menge Dunst in die Luft ab, als die offene Wasseroberfläche. Ähnliche Feststellungen mussten wir machen auch bei unseren Untersuchungen an der THEIS wo der Dunstgehalt der Luft über den Kubikgruben geringer Tiefe im Überschwemmungsgebiet und in der Nähe des Pflanzenbestands des Sumpfes grösser war als über dem offenen Wasserspiegel. Diese Probleme brauchen noch weitere eingehende Untersuchung.

Zusammenfassung

Auf Grund unserer Untersuchungen haben wir festgestellt, dass im Mikroklima innerhalb des Überschwemmungsgebietes die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit die entscheidenden Faktoren sind, die die mikroklimatischen Verhältnisse der Überschwemmungsgebiete gestalten. Dazu kommt noch die Einwirkung der Wassermenge des Flusses auf die Umgebung des Ufers, welche Einwirkung besonders in der Gestaltung der Nachttemperatur bemerkbar ist. Innerhalb des Überschwemmungsgebietsabschnittes befinden sich verhältnismässig geschlossene Bereiche, wie die von Station 8 und 7, wo die kühlende bzw. wärmende Wirkung der Wassermenge wegen der Reliefverhältnisse nicht zur Geltung gelangen konnte. Wo aber das Relief die Bewegung der bodennahen Luftschichten nicht hindert wie an Stationen 1, 2, 3, 4, 5, 6 bilden sich miteinander engverbundene, in ihrem Gang harmonisch zusammenhängende Mikroklimata und die Wirkung des Wassers macht sich in ihnen messbar bemerklich.

ANGABEN ZUR ERWÄRMTHEIT EINER SANDDÜNE

Von

A. KISS

Klimatologisches Institut der Universität Szeged

Zwischen den 13 und 23 Juni 1954 hat das Klimatologische Institut der Universität Szeged unter Leitung Professor Richard Wagners — im Rahmen der sommerlichen Übungen der Studenten im Gelände. — in der Umgebung von ÜLLÉS-PUSZTA auf halb gebundenem Flugsand Mikroklimamessungen angestellt. In dieser Abhandlung wird ein Teil dieser Messungen benutzt.

Das untersuchte Gebiet.

Das Gebiet unserer Untersuchungen war eine halb gebundene Düne von ÜLLÉS-PUSZTA. Üllés-pusztá ist im Sandgebiet zwischen der TISZA (THEISS) und der DUNA (DONAU) NNW von Szeged ungefähr 110 m über dem Meeresspiegel gelegen. Es ist ein Gebiet mit 3—4 m hohen Dünen. Der Sand ist meistens stark geriebener, heller oder leicht bräunlich-gelblicher Quarzsand — mit Muskovit — eolischen Ursprungs aus dem älteren und neueren Holozän. Granulation: 0,2—0,3 (0,1—0,5) mm. Sein Kalkgehalt ist sehr gering, (nur in Spuren). (1) Der Sand ist stellenweise von Pflanzen, besonders Festucetum vaginatae — und Brometum tectorum secaletosum — Assoziationen bedeckt. Die für unsere Beobachtungen ausgewählte Düne ist 25 km weit in der Azimutrichtung 296° vom meteorologischen Observatorium des Klimatologischen Instituts der Universität Szeged gelegen.

Die Wetterverhältnisse der Beobachtungsperiode

Der Zeitraum unserer Beobachtungen fällt in die Periode der Kälterückfälle im Juni. Die Temperatursenkung trat aber nicht ein, bzw. war schon vor Beginn unserer Beobachtungen beendet, und die Durchschnittstemperatur der Untersuchungsperiode war um 2° noch höher als der langjährige Durchschnitt derselben Jahreszeit. Trotzdem erstand kein Mangel an Niederschlag, im Gegenteil überschritt er den langjährigen Durchschnitt.

Zwei Tage vor Beginn unserer Beobachtungen, am 11 Juni fiel in SZEGED ein Niederschlag von 14 mm und von den Stationen die der Ortschaft Üllés näher

waren wurden Niederschläge von 13 (in KISTELEK), bzw. 17 mm (in KISKUNHALAS) gemeldet. Wahrscheinlich war eine ähnlich grosse Niederschlagsmenge auch auf unser Beobachtungsgebiet gefallen, worauf wir am Tage vor dem Beginn unserer Beobachtungen, am 12 Juni, auch dem stark durchfeuchteten Boden schliessen konnten. Das Gebiet des Landes war von maritimer Kaltluftmasse überflutet. Am 12 fiel schon kein Niederschlag, die Sonnenscheindauer betrug 11 Stunden. Am ersten Tag der Beobachtungsperiode, am 13, wurde die maritime Kaltluftmasse durch kontinentale Gemässigte abgelöst mit herabsinkender Luftbewegung. In Zusammenhang mit der Abgleitfläche entstand eine kleine Antizyklone über unserem Lande. Die Sonnenscheindauer betrug 13 Stunden. Der 14-te war eine ungestörte Periode von Erwärmung. Es gab keinen Niederschlag, die Sonnenscheindauer stieg auf 14 Stunden. In der Nacht zum 15 kam von Westen mit einer Kaltfront wieder kalte maritime Luft, die in der westlichen Hälfte des Landes eine grosse Niederschlagsmenge gab, aber die östliche Hälfte, und so auch unser Beobachtungsgebiet nicht erreichte. Es war kein Niederschlag, die Sonnenscheindauer betrug 13 Stunden. Am 16-ten brach die kalte Luft auch in die östliche Hälfte des Landes ein und brachte Gewitterregen auch auf unser Beobachtungsgebiet mit. Zwischen 15^h30^m und 16^h30^m haben wir einen Niederschlag von 15,2 mm gemessen. Die Sonnenscheindauer betrug bloss 6 Stunden. Niederschlag fiel am 17 nur noch in den westlichen und nördlichen Teilen des Landes, nicht aber in Südosten. In unserem Beobachtungsgebiet erreichte die Sonnenscheindauer einen verhältnismässig hohen Wert — 13 Stunden. In der Nacht zum 18 wurde die kalte Luft durch maritime Gemässigte mit niederschlagsfreier Kaltfront abgelöst, die bis Ende unserer Beobachtungsperiode blieb.

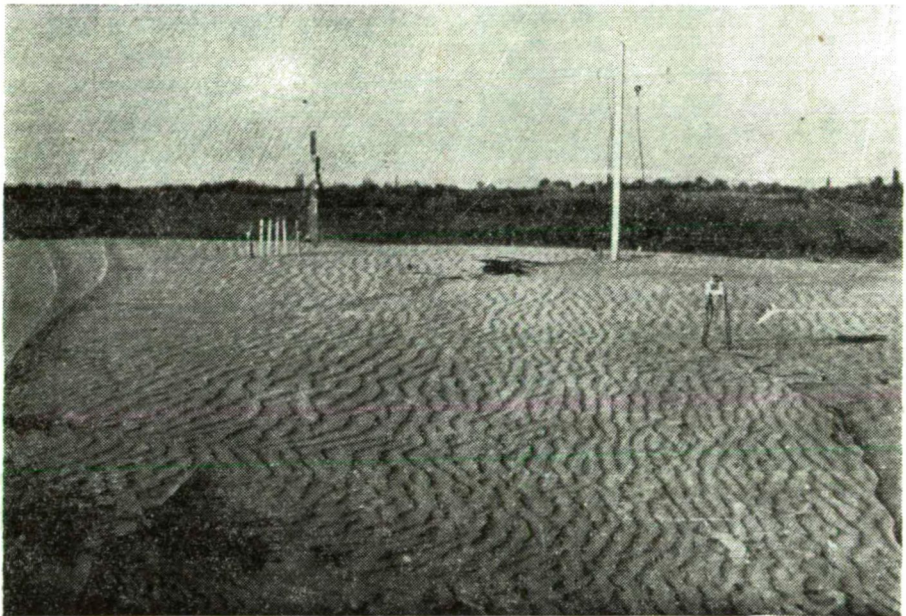


Bild 1. Messstelle 3 am wüsten Dünenrücken. Rechts Widerstandsthermometer, links Assmannsche-Psychrometer und Quecksilber-Bodenthermometer.

Am 18 war die Sonnenscheindauer 9 Stunden bei verändernder Bewölkung. In den Abendstunden entstand ein Gewitter mit geringem Niederschlag (0,1 mm). Ebenso bei verändernder Bewölkung betrug die Sonnenscheindauer am 19 6 Stunden und das in den Spätabendstunden nach 22^h entstandene Gewitter gab bis 0^h30^m am 20 einen Niederschlag von 3,7 mm. Am 20 war die fast ununter-

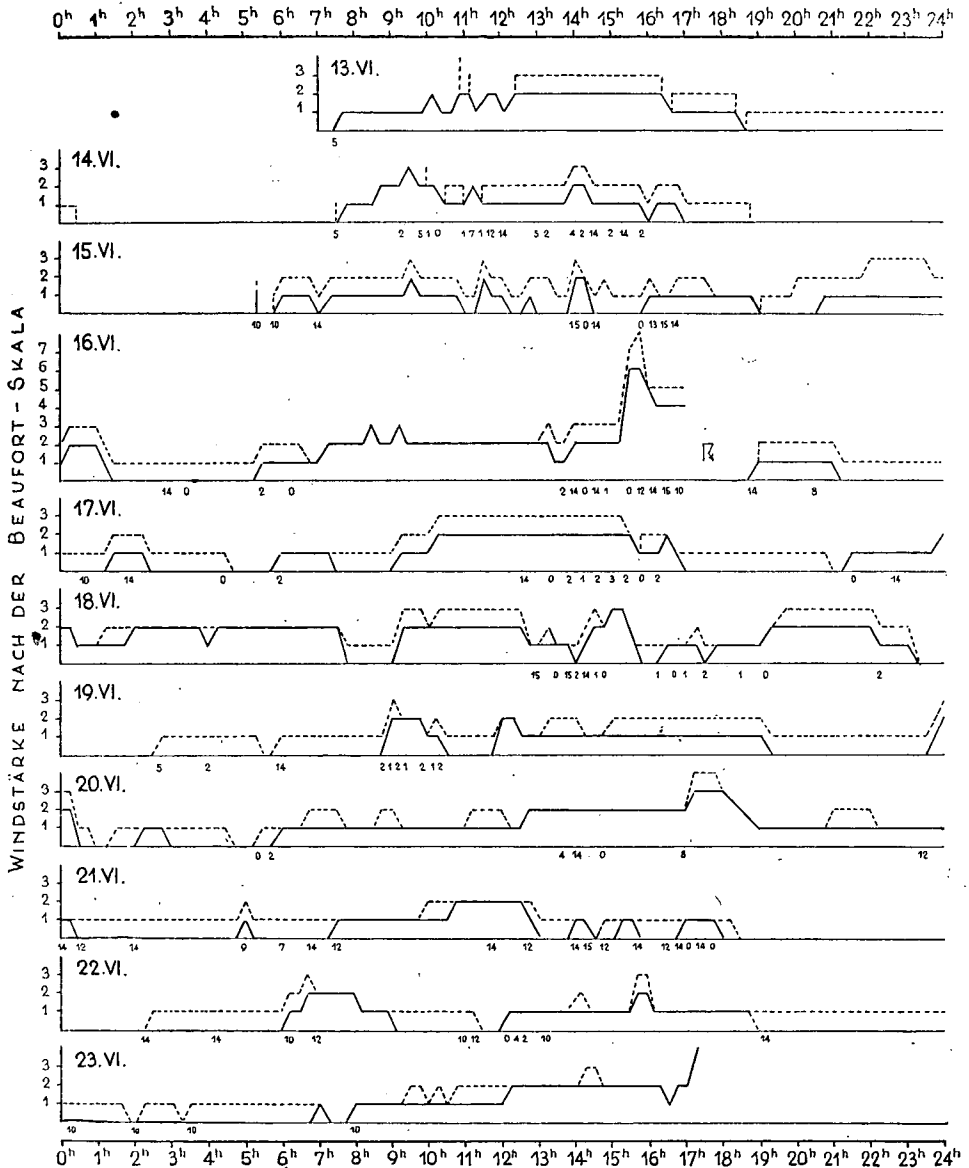


Abb. 1. Windstärken nach der Beaufort-Skala und Windrichtungen nach der 16-teiligen Windrose.

brochene Sonnenscheindauer bis 17^h 12 Stunden. Dann entstand ein Gewitter und es fiel ein mit Hagel begleiteter Niederschlag von 28,2 mm. Es war kein Niederschlag am 21, die Sonnenscheindauer stieg auf 15 Stunden. Am 22 regnete es in den meisten Teilen des Landes, in unserem Gebiet gab es nur einen leichten Sprühregen in den Mittagstunden. Die Sonnenscheindauer betrug 9 Stunden, doch teilte die starke Bewölkung der Mittagstunden auch diese Zeitdauer in zwei Abschnitte. Am 23 stieg die Sonnenscheindauer bis 17^h, das Ende unserer Beobachtungsperiode, auf 11 Stunden.

Während der Beobachtungsperiode schwankte die Windstärke meist zwischen 1—2 Beaufort-graden; sie erreichte den 3 Grad nur selten. Ein einziges Mal aber stieg sie bis 5—7 Grad für mehrere Stunden zu Beginn eines Gewitters am 16. Es muss aber bemerkt werden, dass die Windstärke-Angaben bloss durch Schätzung bestimmt wurden. Abbildung 1 zeigt die viertelstündig beobachteten Windstärke und Windrichtungen.

Die Anordnung der Messstellen im untersuchten Gebiet und die Technik der Beobachtung

Die für die stelle unserer Beobachtungen gewählte Düne ist in Abbildung 2 dargestellt.

Wie die Abbildung zeigt, stellten wir Messungen nach der Methode Professor Richard Wagners an 9 Messstellen an (2, 3). Mit Instrumenten wurden Boden- und Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Verdunstung, Sonnenscheindauer und Niederschlag gemessen. Die Messungen wurden Tag und Nacht ausgeführt. Die Bodentemperatur wurde mit Quecksilberthermometern stundenweise, die Lufttemperatur mit Assmannschen Aspirations-Psychrometern in 50

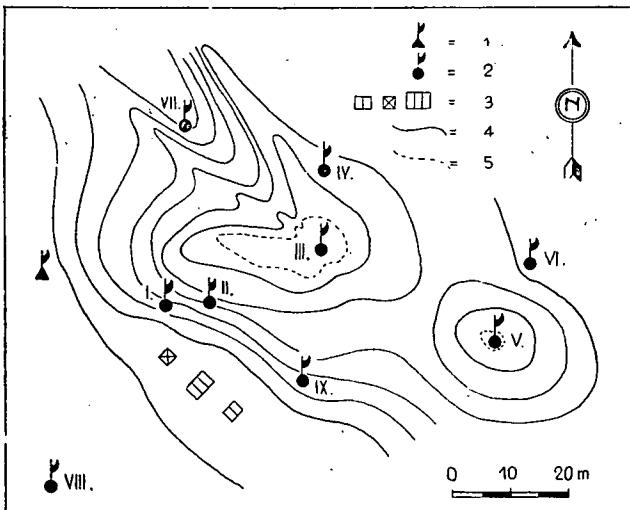


Abb. 2. Die Anordnung der Messstellen auf der Sanddüne. Die Höhenlinien in jeden 50 cm.
1 = Thermometerhütte. 2 = Messstelle. 3 = Die Zelte der Zentral-Ablesungseinrichtung.
4 = Höhenlinie. 5 = Halbierende Höhenlinie.

cm Höhe stundenweise und mit Wagner—Galyasschen elektrischen Widerstandsthermometern in 5 cm und 150 cm jede Viertelstunde gemessen. Gleicherweise wurden die Angaben der Bewölkung, des Windes, des Taus usw. jede Viertelstunde durch Schätzung bestimmt. Die Verdunstung wurde mit Picheschen Verdunstungsmessern, die Sonnenscheindauer mit Sonnenscheinautograph nach Campbell-Stokes gemessen und auch bei direkter Beobachtung registriert. Um eine Vergleichsmöglichkeit mit den Angaben der meteorologischen Stationen zu schaffen, stellten wir eine Thermometerhütte 8 m westlich von dem Fuss der Düne in ebenem Gelände, im gleichen Niveau mit Messstelle 8 und ihre Umgebung über gleichartigem Boden und Pflanzenbestand auf. Die Messstellen waren folgende:

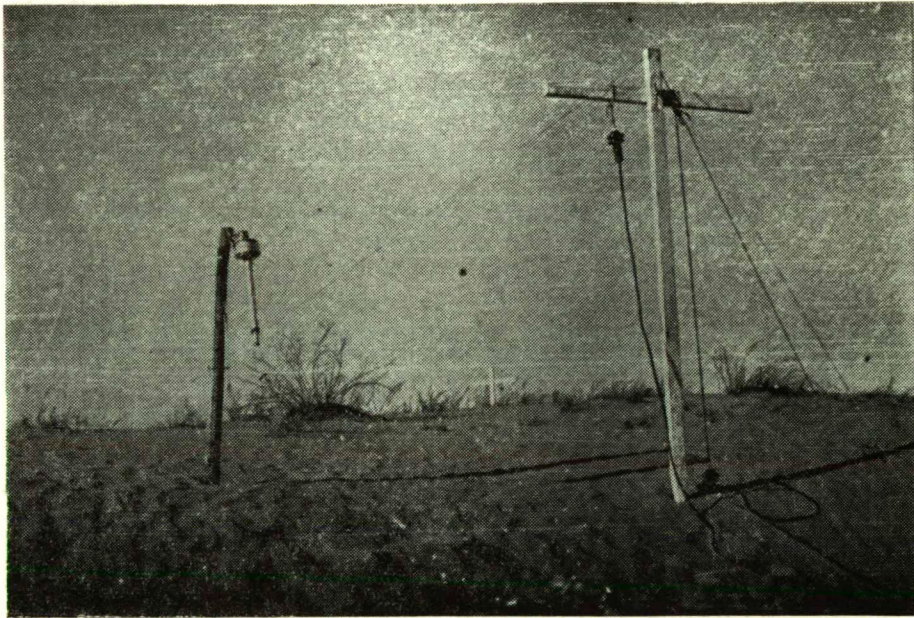


Bild 2. Messstelle 2 am Übergangstreifen der Böschung und Dünenrückens. Rechts Widerstandsthermometer, links Assmannsche-Psychrometer. Im Hintergrund das Holzkreuz der Messstelle 3.

Messstelle 8 : 225° Azimutrichtung (SW) vom Dünengipfel, 35 m entfernt vom Fuss der Düne in tiefer liegendem Gelände zwischen den Dünen, auf humusbedecktem gebundenem Sand mit einer degradierten Abart einer Pflanzenassoziation von *Brometum tectorum secaletosum* die eine Deckung von 90—100% bietet. Durchschnittliche Höhe des Pflanzenbestands 20—25 cm.

Messstelle 1: Auf dem südwestlichen Abhang der Düne in 210° Himmelsrichtung ungefähr 1,5 m höher über dem Niveau von Messstelle 8. Böschungswinkel des Abhangs 15°. Um die Messstelle war der Abhang durch einen Fleck von *Brometum tectorum secaletosum* — Assoziation 40—50 prozentig 25 cm hoch bedeckt.

Messstelle 2: 7—8 m von Messstelle 1 auf demselben Abhang, aber auf dessen von Pflanzen nicht bedecktem Teil im Übergangsstreifen zwischen dem Abhang und dem Gipfel, 2,25 m über dem Niveau von Messstelle 8.

Messstelle 3: Auf dem ungebundenem unbedecktem Sand des Dünengipfels, 3,75 m über dem Niveau von Messstelle 8.

Messstelle 9: Ungefähr 20 m südwestlich von Messstelle 2 auf dem Abhang von 210° Azimutrichtung in einer Stelle, wo ein kleiner fast ganz südwärts ziehender Kamm auf dem Abhang sitzt. Die Neigungslinie des Mikrokammes weicht von der südlicher Richtung höchstens um einige wenige Grade nach Westen ab. Diese Messstelle war ungefähr in selber Höhe wie Messstelle 1, der Böschungswinkel ist hier aber kleiner, etwa 9—10°. Die degradierte Abart der Pflanzenassoziation von *Brometum tectorum*, die das Gelände zwischen den Dünen bedeckt, reicht noch auf die Umgebung der Messstelle am Abhang hinauf. Die Vegetation bedeckt den Boden 90%ig, ihre Höhe beträgt 15—20 cm, und reicht am Abhang nicht höher als die Messstelle. Die Messstelle ist etwa 1,9—2,0 m höher als die Messstelle 8.

Messstelle 5 stand auf dem zweiten Buckel der Düne beinahe im gleichen Niveau wie Messstelle 3 (um 0,1 m tiefer). Die Düne war hier 30—40%ig mit einer Pflanzenassoziation von *Festucetum vaginatae* 25 hoch bedeckt.

Messstelle 4 stand auf dem sehr gering, unter 3—4° absteigenden nordwestlichen (in Azimutrichtung 36—38°) Abhang, auf ganz ungebundenem kahlem Sand. Die Messstelle war 3,0 m höher gelegen als Messstelle 8.

Messstelle 6 lag in 50° Azimutrichtung auf einem 6° schiefen Abhang, 1,75 m über dem Niveau von Messstelle 8. Hier war die Sandoberfläche 70%ig mit 20—25 cm hoher Pflanzenassoziation von *Festucetum vaginatae* und daneben auch fast lückenlos mit Sandmoos, *Syntrichia ruralis*, bedeckt.

Messstelle 7 lag um 3 m tiefer als der Dünengipfel in der völlig kahlen Windverwehung der Düne. Die Lage der Achse der Windverwehung war in der Azimutrichtung 315°. (Unter Windverwehung verstehen wir einen kleinen Windriss.)

Die Bodentemperatur wurde an Messstellen 1, 2, 5, 6 und 9 in 2 cm, 5 cm und 10 cm Tiefe gemessen.

An Messstellen 1, 2, 3, 5, 6 und 8 wurde die Lufttemperatur und die Luftfeuchtigkeit in 50 cm höhe mit Assmannschen Psychrometern gemessen. An Messstellen 4, 7 und 9 wurden Assmannsche Thermometer nicht angewandt. An Messstellen 1, 2, 3, 5, 6 und 8 wurden Pichesche Verdunstungsmesser in 5 cm und 50 cm Höhe aufgestellt.

Mit den elektrischen Widerstandsthermometern wurden Messungen an Messstelle 9 in 5 cm und 150 cm Höhe ausgeführt; an Messstelle 4 stellten wir die Messungen von 7^h am 15 ein.

Einige charakteristischen Züge des Ortsklimas des untersuchten Gebietes

Die für das Ortsklima des untersuchten Gebietes charakteristischen Angaben der Lufttemperatur wurden in früheren Abhandlungen mitgeteilt. (4) Es muss aber auch hier erwähnt werden, dass die Werte des Thermometers in der Thermometerhütte in dem untersuchten Gebiet mit den Werten des Szegeder Flugplatzes und der Stadt SZEGED (im Observatorium unseres Instituts) verglichen worden sind. Wegen der gegenseitigen Nähe der drei Gebiete können die Unterschiede

ihrer Messungswerte nur von örtlichen Beschaffenheiten herrühren. Nach unseren Beobachtungen waren die täglichen Mitteltemperaturen des untersuchten Gebietes tiefer als die der Stadt und höher als die des Flugplatzes. Die Maxima dagegen waren höher und die Minima tiefer als die der zwei letzteren. Demzufolge war auch die tägliche Schwankung über dem Sand die grösste. Es kann noch daneben festgestellt werden, dass die Intensität der Erwärmung der Luft über dem Sand bereits vor der Beobachtung um 7^h grösser war als in den zwei anderen Gebieten.

Die relative Luftfeuchtigkeit war der Temperatur entsprechend höher (im Durchschnitt 74,2⁰/₀) über dem Sand in Üllés als in der Stadt (72,4⁰/₀); dagegen war sie geringer als auf am Flugplatz (76,2⁰/₀), doch sind die Unterschiede nicht bedeutend. Bei den Beobachtungen um 14^h war die relative Feuchtigkeit der Luft das Sandes ebenso um einen geringen Unterschied tiefer als die der Stadt.

Die Absonderung der Mikroklimata im Beobachtungsgebiet

Die Tagesgang der Temperatur besteht aus vier mehr oder weniger gut absonderbaren Perioden. Die erste ist eine Periode starker Erwärmung die mit dem Sonnenaufgang beginnt und in den frühen Vormittagsstunden endet. Nach der Periode der starken Erwärmung steigt die Temperatur langsam bis zum Maximum, dann sinkt sie wieder langsam bis in die späten Nachmittagsstunden. Dies ist der höchste Abschnitt der Tagestemperatur. Dann erfolgt eine rasche Senkung der Temperatur, die bis Sonnenuntergang dauert. Nach Sonnenuntergang ver-

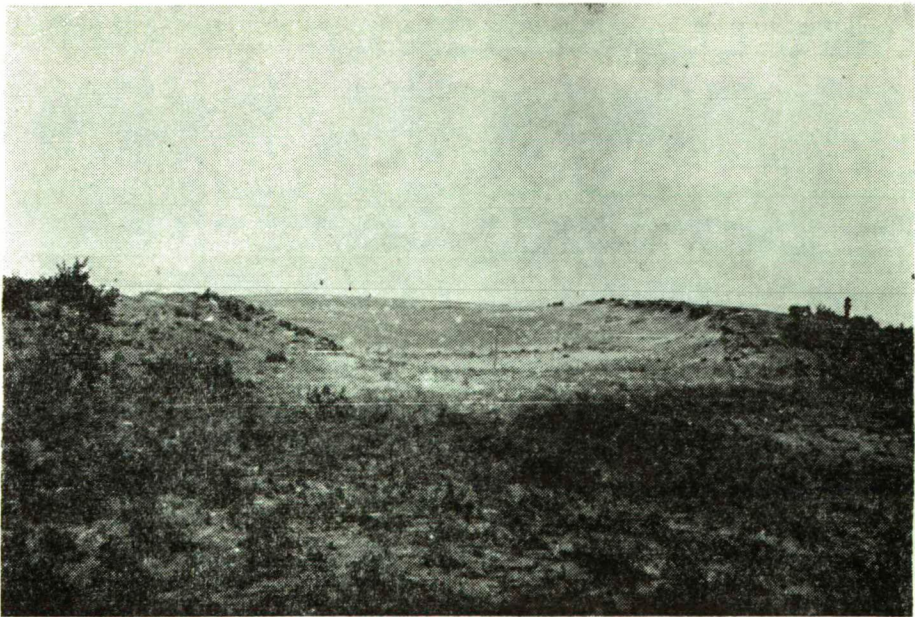


Bild 3. Messstelle 7 in der Windverwehung. Im Hintergrund in der Mitte das Kreuz der Messstelle 3, im Hintergrund links das Kreuz der Messstelle 4.

langsam sich die Temperatursenkung. Diese langsame Senkung ist charakteristisch für die ganze Nachtperiode.

In dieser Abhandlung werden in unserem Beobachtungsgebiet abgesonderten Mikroklimata nur auf Grund der täglichen Maxima und der höchsten mittleren Periode der Tagestemperatur verglichen. Im weiteren wollen wir diese Periode der Temperatur »Hochtemperaturperiode« oder bloss »Hochperiode« nennen. Die Hochtemperaturperiode zusammen mit dem täglichen Maximum ist charakteristisch für die »Erwärmtheit« irgendeines Gebiets. Der Beginn und das Ende der Hochtemperaturperiode kann von den Wetterverhältnissen abhängig täglich und auch von Gelände zu Gelände verschieden sein. Daher wurde die Dauer der Periode für jeden Tag gesondert bestimmt und wegen der leichteren Vergleichung an allen Messstellen und an den verschiedenen hohen Beobachtungspunkten mit dem gleichen Zeitpunkt abgegrenzt. Die Veränderung der Hochtemperaturperiode je nach dem Gelände und der Höhe ist ein anderer Problemenkreis. Bei der Bestimmung der Dauer der Hochtemperaturperiode wurden nicht die Angaben der Widerstandsthermometern, sondern die Angaben der Assmannschen Thermometer benutzt. Da letztere weniger empfindlich sind, kann auf Grund ihrer Angaben ein gleichmässiger, leichter übersichtlicher Temperaturgang festgestellt werden.

Der Beginn der Hochtemperaturperiode während unserer Beobachtungen fiel zwischen 7^h und 10^h, sein Ende zwischen 17^h und 19^h. Die Periode der raschen Erwärmung ging auch ohne Cumulus Wolken bei völlig heiterem Himmel in die Hochtemperaturperiode über, ja sogar war die Absonderung der verschiedenen Temperaturperioden gerade bei wolkenlosem Himmel am besten ausgeprägt. Das ist ein Beweis dafür, dass die verschiedenen Perioden des täglichen Temperaturganges die Folgen der Ein- und Austrahlungsverhältnisse sind. Eine stärkere Bewölkung verwischte mehr oder minder die Grenzen der Perioden und verhinderte sogar deren regelmässiges Eintreffen.

TABELLE 1.
Die Tagesmaxima der Lufttemperatur in 5 cm Höhe (°C)

| Tag | Messstellen | | | | | | | |
|--------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 13 | 37,0 | 30,7 | 29,0 | 34,2 | 33,9 | 31,6 | 31,2 | 30,6 |
| 14 | 39,4 | 32,9 | 31,6 | 35,0 | 35,0 | 32,2 | 32,4 | 34,0 |
| 15 | 38,8 | 35,0 | 33,9 | 33,9 | 36,4 | 33,2 | 33,9 | 34,7 |
| 16 | 36,0 | 33,1 | 31,5 | 31,0 | 33,4 | 31,6 | 31,3 | 31,8 |
| 17 | 32,0 | 29,0 | 28,0 | 27,4 | 31,2 | 29,0 | 28,8 | 29,0 |
| 18 | 37,6 | 33,6 | 31,2 | 30,4 | 33,3 | 31,9 | 31,6 | 32,7 |
| 19 | 35,6 | 32,4 | 30,9 | 29,6 | 32,9 | 31,7 | 30,7 | 31,6 |
| 20 | 37,5 | 33,9 | 32,8 | 31,3 | 34,6 | 33,0 | 31,6 | 33,4 |
| 21 | 36,0 | 33,9 | 32,2 | 31,3 | 34,5 | 31,9 | 32,6 | 33,2 |
| 22 | 37,4 | 35,2 | 31,9 | 31,8 | 36,4 | 32,9 | 32,2 | 34,0 |
| 23 | 36,8 | 32,4 | 32,4 | 32,8 | 34,4 | 33,2 | 32,4 | 32,2 |
| Durchschnitt | 36,7 | 32,9 | 31,4 | 31,6 | 34,1 | 32,0 | 31,6 | 32,4 |

Bei der Berechnung des mittleren Wertes der Hochperiode der mit Assmannschen Thermometern ausgeführten Beobachtungen wurden die Temperaturen des Beginns und des Endes nur mit halbem Wert genommen, damit diese verhältnis-

mässig niedrigen werte den Mittelwert der Periode nicht verfälschen sollten. Bei den Angaben der Widerstandsthermometer war dies infolge der häufigeren Messungen nicht nötig.

In den Tabellen 1—6 geben wir die Maxima und die Mittelwerte der Hochperioden der Lufttemperatur an, die in 5 cm und 150 cm Höhe mit Widerstandsthermometern und in 50 cm Höhe mit Assmannschen Thermometern gemessen wurden.

Die Durchschnittswerte der Maxima und die Durchschnittswerte der Mittelwerte der Hochperioden an unseren Messstellen geben in 5 cm und im 50 cm Niveau — trotz der verschiedenen Messungstechnik — die selbe Reihenfolge nach Grösse. Die Reihenfolge der Durchschnittswerte der Maxima und der Hochperioden weicht an den einzelnen Tagen — von den Wetterverhältnissen abhängig — mehr oder weniger von der Reihenfolge der Durchschnittswerte ab.

Fünf Messstellen, Messstellen 1, 2, 4, 6 und 9 waren auf Hängen aufgestellt. Die höchsten Temperaturwerte wurden in 5 cm und 50 cm auf Messstelle 1 gemessen. Die Erwärmtheit war hier nicht nur in Vergleich mit den auf Hängen aufgestellten Messstellen am stärksten, sondern auch im Vergleich mit sämtlichen Messstellen. Dies war auch von den Reliefverhältnissen zu erwarten. Zwar war die Hangrichtung des Abhangs von Messstelle 9 vom Gesichtspunkt der Benutzung der strahlenden Energie etwas günstiger, war sein Böschungswinkel viel kleiner. An Messstelle 2 stimmt die Richtung des Abhangs mit der von Messstelle 1 überein. Im Gebiet von Messstelle 2 ist der Böschungswinkel etwas kleiner. Diese Messstelle stand auf dem pflanzenlosen Übergangstreifen zwischen dem Dünengipfel und dem Abhang. Es ist wahr, dass im Verhältnis der Erwärmtheit von Messstellen 1 und 2 wegen ihrer verschiedenen Lage der Einfluss der Vegetation nicht bewiesen werden konnte, doch konnte man aus den Temperaturunterschieden zwischen Messstellen 3, 5 und 8 auf einen gewissen temperatursteigernden Einfluss der Vegetation schliessen. Die Hangrichtungen von Messstellen 4 und 6 waren vom Gesichtspunkt der Benutzung der Strahlungsenergie ungünstig.

TABELLE 2.

Mittelwerte der täglichen Hochperioden der Lufttemperatur (°C) in 5 cm Höhe und die Dauer der Perioden

| Tag | Dauer | Messstellen | | | | | | | |
|--------------|---------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 13 | 11h—19h | 30,4 | 27,2 | 26,0 | 28,2 | 29,0 | 27,5 | 27,0 | 27,0 |
| 14 | 8h—18h | 33,5 | 29,8 | 29,1 | 31,0 | 30,8 | 29,7 | 29,3 | 30,0 |
| 15 | 9h—18h | 33,3 | 31,8 | 31,0 | 30,7 | 32,2 | 30,6 | 30,5 | 31,8 |
| 16 | 9h—14h | 32,5 | 30,7 | 28,8 | 28,4 | 30,4 | 29,3 | 28,9 | 29,7 |
| 17 | 9h—19h | 29,5 | 26,9 | 26,3 | 25,7 | 28,0 | 27,0 | 27,0 | 27,0 |
| 18 | 12h—17h | 33,7 | 30,9 | 29,4 | 28,7 | 30,6 | 29,9 | 30,4 | 30,4 |
| 19 | 9h—18h | 30,2 | 28,2 | 27,1 | 26,7 | 28,3 | 28,0 | 27,2 | 27,4 |
| 20 | 12h—17h | 34,4 | 31,8 | 30,5 | 29,8 | 31,1 | 31,2 | 31,0 | 31,1 |
| 21 | 7h—19h | 31,3 | 29,3 | 28,6 | 28,1 | 30,0 | 28,9 | 28,8 | 29,4 |
| 22 | 7h—12h | 31,8 | 29,5 | 28,6 | 28,7 | 30,3 | 28,9 | 28,6 | 28,7 |
| 23 | 8h—15h | 33,1 | 29,8 | 29,7 | 29,8 | 31,6 | 30,2 | 30,0 | 30,2 |
| Durchschnitt | | 32,1 | 29,6 | 28,6 | 28,7 | 30,2 | 29,2 | 28,9 | 29,3 |

Obwohl der Einfluss der Exposition des Hanges in unserer Breite im Sommer am wenigsten zur Geltung kommt und auch die Ausdehnung der untersuchten Abhänge gering ist, waren die Maxima und die Hochperioden in 5 cm Höhe über dem Abhang von Messstelle 1 an allen Tagen unserer Messungen höher als die Werte der anderen Messstellen. Die Maxima und die Hochperioden von Messstelle 1 waren in 50 cm schon nicht jeden Tag am höchsten. Doch war ihr Durchschnittswert in der Beobachtungsperiode noch immer höher als der der anderen Messstellen. Die Erwärmtheit von Messstelle 1 verlor den ersten Platz unter den Messstellen an den Tagen (am 13, 15, 21, 22, 23) an denen längere Zeit ein südwestlicher, nordwestlicher oder südöstlicher Wind wehte (ein rein südlicher Wind wurde in der Messungsperiode nicht beobachtet), da diese Winde am geeignetsten waren, die Luft der Umgebung der Messstelle auszutauschen. Das bedeutet zugleich, dass in der Bildung der über dem Abhang beobachteten Hochtemperaturen in gewissem Grade auch die Windgeschütztheit eine Rolle spielte.

TABELLE 3.

Die Tagesmaxima der Lufttemperatur in 50 cm Höhe (°C)

| Tag | Messstellen | | | | | |
|--------------|-------------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 8 |
| 13 | 28,3 | 28,2 | 28,2 | 28,0 | 29,6 | 27,9 |
| 14 | 33,9 | 32,8 | 31,2 | 33,2 | 32,9 | 32,4 |
| 15 | 35,0 | 34,2 | 32,3 | 34,2 | 31,8 | 32,8 |
| 16 | 33,4 | 31,2 | 30,8 | 31,1 | 31,4 | 31,6 |
| 17 | 31,0 | 29,0 | 28,8 | 28,1 | 29,2 | 29,2 |
| 18 | 31,6 | 30,8 | 30,2 | 29,8 | 30,0 | 29,3 |
| 19 | 30,2 | 29,4 | 29,8 | 30,0 | 30,2 | 30,4 |
| 20 | 36,2 | 33,5 | 33,1 | 32,8 | 33,8 | 33,8 |
| 21 | 31,3 | 31,8 | 30,5 | 31,4 | 31,5 | 30,8 |
| 22 | 30,4 | 29,4 | 29,5 | 29,4 | 30,2 | 29,5 |
| 23 | 32,4 | 32,4 | 31,4 | 32,0 | 33,0 | 32,8 |
| Durchschnitt | 32,1 | 31,0 | 30,5 | 30,9 | 31,1 | 30,9 |

An stark bewölkten Tagen, wie am 19, da die Sonnenscheindauer lückenhaft (unterbrochen) ist, kommt der Hangeinfluss weniger zur Geltung. Die Unterschiede in der Erwärmtheit der Messstellen sind kleiner und in 50 cm Höhe ist das Maximum von Messstelle 1 nicht am höchsten. Nämlich fehlte die Sonnenstrahlung eben dann, als der Hang von Messstelle 1 wegen seiner Böschungsrichtung am besten die Strahlungsenergie hätte aufnehmen können.

An Messstelle 2 war die Erwärmtheit wegen der oben erwähnten Ursachen geringer nicht nur als an Messstelle 1, sondern auch als an Messstelle 6, deren Hanglage ungünstig war und die ihre Erwärmtheit nicht dem Hangeinfluss verdankt.

Die Erwärmtheit an Messstelle 2 war aber grösser als an allen übrigen Messstellen, und so stand Messstelle 2 an dritter Stelle in der Reihenfolge der Messstellen. Das gilt aber nur für die Durchschnittswerte ihrer Maxima und ihrer Hochperioden während der Zeit unserer Messungen, aber die Reihenfolge war an den einzelnen Tagen nicht dieselbe. Ähnlich wie an Messstelle 1, gestaltete sich die Temperatur an Messstelle 2 in grossem Masse von Windrichtung abhängig.

Im Gebiet von Messstelle 9 konnte die etwas günstigere Hangrichtung und die Vegetation den grösseren Unterschied im Böschungswinkel nicht ausgleichen, und so blieb die Erwärmtheit an Messstelle 9 niedriger als an Messstelle 2.

An Messstelle 6 konnte der Hangeinfluss nicht nachgewiesen werden. Hier sollte der Hangeinfluss wegen des sehr kleinen Böschungswinkels nur sehr gering sein konnte, in schwächer Erwärmtheit zum Ausdruck kommen, doch waren die Temperaturen am höchsten hier nach Messstelle 1.

Das wurde ergeblich von der, das Gebiet der Messstelle mangelfrei bedeckenden, sandlichen Moosschicht erfolgt. Die Moosschicht nach unseren Reflexionsmessungen absorbiert ungefähr mit 30% mehr Strahlung, als die offene Sandoberfläche. In der Ausbildung der Erwärmtheit von der Messstelle 6 konnte ausserdem die Pflanzenassoziation von *Festucetum vaginatae* — in kleinem Masse — Rolle spielen.

Nach der Messstelle 1 sondert sich am meisten die Erwärmtheit der Messstelle 6 von den anderen ab. Der Mass ihrer Erwärmtheit steht — fast an allen Tagen unserer Forschungszeit — an der zweiten Stelle in der Reihe ähnlicher Werten der Messstellen, in der Höhe von 50 cm schwänkt er zwischen den ersten und dritten Plätzen.

TABELLE 4.

Mittelwerte der täglichen Hochperioden der Lufttemperatur (°) in 50 cm Höhe und die Dauer der Perioden

| Tag | Dauer | Messstellen | | | | | |
|--------------|---------|-------------|------|------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 8 |
| 13 | 11h—19h | 26,3 | 26,3 | 26,2 | 26,3 | 27,0 | 26,3 |
| 14 | 8h—18h | 31,3 | 30,3 | 29,5 | 30,1 | 30,6 | 30,4 |
| 15 | 9h—18h | 31,8 | 31,6 | 30,4 | 31,8 | 30,9 | 30,8 |
| 16 | 9h—14h | 28,6 | 27,3 | 26,3 | 27,3 | 27,8 | 27,1 |
| 17 | 8h—18h | 29,1 | 27,3 | 27,2 | 26,7 | 27,5 | 27,8 |
| 18 | 12h—17h | 30,3 | 29,6 | 28,6 | 29,3 | 29,5 | 28,7 |
| 19 | 9h—18h | 28,7 | 27,9 | 27,9 | 28,0 | 28,2 | 28,2 |
| 20 | 12h—17h | 34,0 | 32,0 | 30,9 | 31,8 | 32,3 | 32,2 |
| 21 | 7h—19h | 28,8 | 28,6 | 28,8 | 28,6 | 29,1 | 29,1 |
| 22 | 7h—12h | 27,4 | 27,2 | 26,9 | 27,1 | 27,9 | 26,5 |
| 23 | 8h—15h | 29,0 | 28,6 | 28,8 | 28,7 | 29,4 | 28,4 |
| Durchschnitt | | 29,5 | 28,7 | 28,3 | 28,7 | 29,1 | 28,6 |

An der Messstelle 4 haben wir nur zwei tagelang (am 13 und 14) Beobachtungen durchgeführt. An diesen Tagen waren die an der Messstelle gemessenen Maximumwerte etwas höher, die Werten der Hochperiode dagegen etwas niedriger, als dieselben an der Messstelle 3. Womit der Mittelwert der hohen Temperatur-Strecke auf den Mass der Erwärmtheit mehr charakteristisch ist als das Maximum, müssen wir die Erwärmtheit der Messstelle 4 niedriger halten, als dieselbe des Dünenrückens. Die ungünstige Exposition ist auch noch bei dem sehr niedrigen Böschungswinkel zur Geltung gekommen. An der Messstelle 6 hat die Pflanzung trotz der ungünstigen Exposition eine relative hohe Erwärmtheit ergeben. Zwischen den nicht auf Böschung gelagerten Messstellen hatten wir an der in Windverwehung aufgestellten Messstelle 7 die höchste Erwärmtheit

gefunden. Die Erwärmtheit hat aber nur dieselbe der Messstellen 5, 8, 3 und 4 durchgestiegen, sie ist aber kleiner als die Erwärmtheit der Messstellen, welche südliche Exposition besitzen (1, 2, und 9) und als die der Messstelle 6.

Die Tatsache, dass die in der Windverwehung beobachtete Erwärmtheit höher war als die des Dünenrückens (5 und 3) und des Gebietes der Interdüünierung (No 8) muss der Erfolg der Wirkung des Windschutzes sein. Die Windverwehung ist nämlich in NW Richtung, in der Richtung des vorherrschenden Windes, offen, während unserer Beobachtungszeit war aber dauernder (mehr stundenlang) Wind in NW Richtung nur am 14, 15, 18 und 21. An diesen Tagen haben wir in der Windverwehung wirklich niedrigere Temperatur beobachtet, so z. B. das Maximum der Messstelle 7 am 15 steht am letzten, die Hochperiode am vorletzten Platz in der Reihe der ähnlichen Werten der Stationen. Die Erwärmtheit ändert sich also in der Windverwehung mit der Windrichtung, womit aber die Häufigkeit der vorherrschenden Windrichtung an unserem Forschungsgebiet, bzw. in Szeged im Sommer 21,4 % ist (in anderen Jahreszeiten ist sie noch kleiner), muss die in 5 cm Höhe in der Windverwehung beobachtete Erwärmtheit höher sein, als die Erwärmtheit des Dünenrückens und die des Flächengebietes der Interdüünierung.

TABELLE 5.

Die Tagesmaxima der Lufttemperatur in 150 cm Höhe (°C)

| Tag | Messstellen | | | | | | | |
|--------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 13 | 27,4 | 27,2 | 28,5 | 27,4 | 27,4 | 27,9 | 26,6 | 27,9 |
| 14 | 28,6 | 28,8 | 28,2 | 28,5 | 28,2 | 29,4 | 27,8 | 28,8 |
| 15 | 31,3 | 32,0 | 31,6 | 29,7 | 30,1 | 31,3 | 30,0 | 31,6 |
| 16 | 28,9 | 28,2 | 27,2 | 29,4 | 28,0 | 28,9 | 27,8 | 28,2 |
| 17 | 26,6 | 26,7 | 26,6 | 26,9 | 26,8 | 27,3 | 26,4 | 26,9 |
| 18 | 29,5 | 28,8 | 28,0 | 28,4 | 28,2 | 29,0 | 28,2 | 28,3 |
| 19 | 28,4 | 27,5 | 28,0 | 27,8 | 27,7 | 28,4 | 28,2 | 28,0 |
| 20 | 30,4 | 29,0 | 29,8 | 29,7 | 30,0 | 30,6 | 29,2 | 30,4 |
| 21 | 30,2 | 29,7 | 29,4 | 29,4 | — | 30,0 | 29,6 | 30,1 |
| 22 | 29,0 | 28,9 | 28,2 | 29,2 | — | 30,5 | 28,2 | 31,8 |
| 23 | 28,6 | 29,0 | 29,2 | 29,0 | — | 30,2 | 28,3 | 29,1 |
| Durchschnitt | 28,9 | 28,7 | 28,8 | 28,6 | 28,3 | 29,4 | 28,2 | 29,1 |

Die in 5 und 50 cm Höhe beobachteten Erwärmtheitwerte am wüsten und — am mit Pflanzung bedeckten Dünenrücken, und im Gebiet der Interdüünierung — (Messstellen 3, 5, 8) stehen im Durchschnitt unserer Beobachtungszeit sehr nahe zueinander, an den einzelnen Tagen zeigen sich aber auch grössere Unterschiede in den Erwärmtheit der drei Gebiete, aber die Reihenfolge nach der Grösse ändert sich täglich.

Die Erwärmtheit des Gebietes der Interdüünierung ist am 17, 19, 20 und 21 höher als die der anderen zwei Gebiete. Von den erwähnten Tagen am 17, 19 und 20 herrschte dauernderweise ein Wind in NE Richtung. Es lässt sich daraus die Folgerung ziehen, dass die Düne am Gebiet der Messstelle 8 noch einen gewissen Windschutz versichert.

Am 21-sten kommt eine andere Wirkung zur Geltung. Am vorigen Tag fiel gegen Abend eine grosse Niederschlagsmenge (28,2 mm). An unserem Untersuchungsgebiet war der tiefste, mit Pflanzung am dichtesten bedeckte Boden

des Flächengebietes der Interdünierung am stärksten gebunden, und so hatte er die grösste Wärmeleitfähigkeit. Um das zu beweisen teilen wir in der Tabelle 7 die in 2 und 10 cm Tiefe beobachteten Maxima der Bodentemperatur der Messstellen. Der Unterschied zwischen den in 2 cm und in 10 cm Tiefe beobachteten Maxima ist auf die Wärmeleitfähigkeit charakteristisch. Infolge der grösseren Wärmeleitfähigkeit entsteht im Boden der Messstelle 8 die niedrigste (am Tage) Bodentemperatur. Dagegen ist die Erwärmtheit der Luftschicht über dem Gebiet der Messstelle 8 viel stärker, als dieselbe der Messstelle am Dünenrücken, das kann angeblich der Erfolg der tieferen Lagerung und der Pflanzendecke sein. Aber nach einem mehr Niederschlag-haltigen Tag (nicht nur am 21, sondern auch am 17) nimmt die Wärmeleitfähigkeit des Bodens an den Messstellen 3 und 5 — infolge der Durchfeuchtung des Bodens — auch zu. Die Wirkung der günstigen Lagerung der Messstelle 8 und die der Pflanzendecke kann — infolge der Abnahme des Wärmeleitfähigkeitsunterschiedes und infolge des von Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit stammenden wesentlichen Wärmeverlusts — in grösserem Masse zur Geltung kommen.

TABELLE 6.

Mittelwerte der täglichen Hochperioden der Lufttemperatur (°C) in 150 cm Höhe und die Dauer der Perioden

| Tag | Dauer | Messstellen | | | | | | | |
|--------------|---------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 13 | 11h—19h | 24,7 | 25,0 | 24,6 | 25,2 | 25,1 | 25,3 | 24,1 | 25,0 |
| 14 | 8h—18h | 26,7 | 26,6 | 26,3 | 26,9 | 26,8 | 27,4 | 25,7 | 26,8 |
| 15 | 9h—18h | 28,4 | 28,2 | 28,2 | 28,6 | 28,2 | 28,5 | 28,0 | 28,5 |
| 16 | 9h—14h | 26,5 | 26,1 | 25,7 | 27,7 | 26,3 | 26,9 | 25,9 | 26,4 |
| 17 | 8h—18h | 24,8 | 24,6 | 24,6 | 24,9 | 25,2 | 25,4 | 24,5 | 24,8 |
| 18 | 12h—17h | 27,7 | 27,3 | 26,9 | 27,3 | 27,3 | 27,9 | 27,1 | 27,2 |
| 19 | 9h—18h | 25,6 | 25,3 | 25,0 | 25,4 | 25,5 | 26,1 | 25,2 | 25,4 |
| 20 | 12h—17h | 28,8 | 28,3 | 28,0 | 28,4 | 28,5 | 29,0 | 28,0 | 28,6 |
| 21 | 7h—19h | 27,1 | 26,8 | 26,6 | 26,9 | — | 27,4 | 26,7 | 26,9 |
| 22 | 7h—12h | 26,6 | 26,3 | 26,2 | 26,5 | — | 27,0 | 26,1 | 26,8 |
| 23 | 8h—15h | 27,2 | 27,1 | 27,0 | 27,1 | — | 27,9 | 26,7 | 27,2 |
| Durchschnitt | | 26,7 | 26,5 | 26,2 | 26,8 | — | 27,1 | 26,1 | 26,6 |

Von den, an mit Pflanzen bedeckten und pflanzenlosen Teilen aufgestellten zwei Messstellen, No 3 und 5, war die Erwärmtheit an meisten Tagen der Forschungszeit in 50 cm Höhe der Messstelle 5 stärker als die der Messstelle 3, in 5 cm höhe hatte dagegen öfters die Messstelle 3 einen höheren Wert. Auf diese letztere Erscheinung ist es schwer eine entsprechende Erklärung zu finden, in der Tatsache, aber, dass in 50 cm Höhe die Messstelle 5 eine stärkere Erwärmtheit zeigt, kann sich nur die Wirkung der Pflanzendecke zeigen. Die zur Assotiation der *Festucetum vaginatae* gehörenden Pflanzen hindern nämlich mit ihrer nach oben verzweigten Gestalt — trotz ihres lockeren Wesens — die advektive Strömungen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass ihre Advektion hindernde Wirkung unmittelbar über dem Boden in einigen cm Höhe (infolge der Pflanzengestalt) in kleinerem Masse zur Geltung kommt, als in der Höhe von einigen Decimeter, das kann man sogar auch vorstellen, dass die *Festucetum* Vegetation in der,

durch die strömenden Luft eine gewisse Mikroturbulenz veranlasst, und das möchte verursachen, dass die Erwärmtheit der Messstelle 5 in 5 cm Höhe im grössten Teil unserer Beobachtungszeit niedriger ist, als dieselbe an dem wüsten Dünenrücken. Diese ist aber nur eine Hypothese, solche Untersuchungen haben wir nicht durchgeführt.

TABELLE 7.

Die Maxima der Bodentemperatur in in 2 cm und in 10 cm Tiefe (°C)

| Tag | Messstellen | | | | | | |
|-----|-------------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1—2 | 3 | 5 | 6 | 8 | 9 |
| 13 | 2 cm | 35,3 | 35,6 | 39,0 | 38,2 | 33,1 | 36,9 |
| | 10 cm | 31,0 | 31,4 | 31,4 | 30,6 | 30,2 | 33,2 |
| 14 | 2 cm | 36,7 | 37,3 | 41,9 | 43,3 | 35,2 | 38,5 |
| | 10 cm | 32,3 | 32,6 | 32,6 | 32,0 | 31,6 | 33,8 |
| 15 | 2 cm | 38,4 | 39,4 | 43,2 | 44,6 | 36,0 | 42,2 |
| | 10 cm | 32,5 | 32,0 | 32,9 | 32,0 | 31,9 | 33,8 |
| 16 | 2 cm | 36,6 | 38,5 | 39,7 | 42,1 | 35,2 | 38,6 |
| | 10 cm | 30,6 | 29,2 | 30,6 | 30,0 | 29,6 | 31,3 |
| 17 | 2 cm | 32,8 | 29,4 | 35,8 | 34,4 | 30,2 | 33,2 |
| | 10 cm | 30,4 | 28,2 | 30,3 | 28,6 | 27,8 | 31,2 |
| 18 | 2 cm | 36,2 | 35,8 | 38,7 | 41,0 | 32,2 | 37,0 |
| | 10 cm | 32,4 | 30,9 | 31,3 | 30,4 | 29,8 | 33,3 |
| 19 | 2 cm | 34,2 | 34,8 | 37,3 | 38,4 | 33,6 | 35,8 |
| | 10 cm | 30,4 | 29,8 | 30,8 | 30,0 | 29,4 | 32,2 |
| 20 | 2 cm | 38,2 | 37,4 | 40,6 | 43,7 | 34,6 | 38,8 |
| | 10 cm | 34,2 | 32,5 | 33,4 | 31,8 | 31,4 | 35,5 |
| 21 | 2 cm | 37,0 | 37,4 | 38,2 | 38,8 | 34,0 | 39,4 |
| | 10 cm | 33,3 | 33,6 | 34,0 | 31,6 | 30,2 | 35,4 |
| 22 | 2 cm | 34,6 | 38,9 | 40,9 | 39,7 | 34,2 | 36,8 |
| | 10 cm | 32,2 | 31,5 | 32,7 | 31,5 | 29,9 | 33,8 |
| 23 | 2 cm | 35,2 | 39,4 | 40,4 | 42,0 | 34,1 | 37,0 |
| | 10 cm | 32,0 | 32,0 | 33,6 | 32,2 | 31,0 | 33,4 |

Entweder mit der Verursachung der Mikroturbulenz, oder einfach nur mit dem Verhindern der Luftströmung, lässt aber die Pflanzendecke der Messstelle 5 ihre Wirkung auch in 150 cm Höhe empfinden. In dieser Höhe war nämlich die Erwärmtheit der Messstelle 5 an allen Tagen unserer Forschungen stärker als die des wüsten Dünenrückens (das ist umzwar nur betreffs der Mittelwerte der Hochperiode wahr, die täglichen Maxima waren in der Hälfte des Zeitraumes an der Messstelle 3 höher, aber auf die Erwärmtheit sind in erster Reihe die Hochperioden charakteristisch, entgegen der von verschiedenen Zufälligkeiten stark abhängenden Maxima) sie war sogar höher, als die Erwärmtheit der Messstelle 2 und im grossen Teil unseres Zeitraumes höher als die der Messstellen 1, 6, und 9.

An der Messstelle 8 — welche eine dichtere Pflanzendecke und eine günstigere Lage hatte als die Messstelle 5 — war die in 150 cm Höhe beobachtete Erwärmtheit kleiner nicht nur als die der Messstelle 5, sondern auch als die der allen anderen Messstellen. Die Erklärung dieses überraschenden Erfolges müssen wir in der Verschiedenheit der Pflanzendecke an den zwei Messstellen suchen. Die Pflanzen der auf dem Gebiet der Messstelle 3 findbaren Assotiation von *Brometum tectorum secaletosum* — entgegen der von *Festucetum* — haben eine nicht

nach oben verzweigende, sondern eben nach oben verschmahende, ein wenig spitzige Form. Die Neigung der Reibung der Luftströmung und der Turbulenz muss gegen der solche Form besitzenden Vegetation kleiner sein. Die Assotiation von Brometum — welche sich nach unten verbreitet, und welche an der Messstelle 8 dichter ist an anderen Messstellen, kann, die turbulente Konvektion nicht nur nicht fördern, sondern sie verhindert sie sogar. Dementsprechend sind die zwischen 5 und 150 cm Höhe festgestellten Gradienten nach den Gradienten der Messstellen 1, 6 und 2 (die stärksten erwärmten Gebiete) an der Messstelle 8 die grössten. Dagegen haben sich an der mit Festucetum bedeckten Messstelle 5 gerade die kleinsten Gradienten ausgebildet. Tabelle 8 zeigt die Unterschiede der Mittelwerten der Hochperioden in 5 und 150 cm Höhe, die Mittelgradienten der Hochperioden.

TABELLE 8.

Die Mittelgradienten der Lufttemperatur während der Hochperioden zwischen 5 cm und 150 cm Höhe (°C)

| Tag | Messstellen | | | | | | | |
|--------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 13 | 5,6 | 2,1 | 1,4 | 2,9 | 3,9 | 2,1 | 2,9 | 2,0 |
| 14 | 6,7 | 3,2 | 2,7 | 4,1 | 4,0 | 2,3 | 3,6 | 3,2 |
| 15 | 4,8 | 3,5 | 2,8 | 2,1 | 4,0 | 2,1 | 2,5 | 3,3 |
| 16 | 5,9 | 4,6 | 3,0 | 0,7 | 4,1 | 2,4 | 2,9 | 3,3 |
| 17 | 4,6 | 2,2 | 1,6 | 0,7 | 3,7 | 1,6 | 2,4 | 2,2 |
| 18 | 5,9 | 3,6 | 2,5 | 1,3 | 3,2 | 1,9 | 3,3 | 3,2 |
| 19 | 4,6 | 2,9 | 2,1 | 1,2 | 2,7 | 1,8 | 2,0 | 2,0 |
| 20 | 5,5 | 3,4 | 2,4 | 1,4 | 2,4 | 2,1 | 2,9 | 2,5 |
| 21 | 4,2 | 2,5 | 2,0 | 1,2 | — | 1,5 | 2,0 | 2,5 |
| 22 | 5,1 | 3,1 | 2,4 | 2,1 | — | 1,8 | 2,5 | 1,8 |
| 23 | 5,9 | 2,6 | 2,7 | 2,6 | — | 2,2 | 3,3 | 3,0 |
| Durchschnitt | 5,3 | 3,0 | 2,3 | 1,8 | 3,5 | 1,9 | 2,7 | 2,6 |

In 150 cm Höhe — wie es von den oben erwähnten zu sehen ist — bildete sich eine andere Reihenfolge in der Erwärmtheit der Messstellen, als in 5 und 50 cm Höhe. In 150 cm Höhe ist die grösste Erwärmtheit in der Windauswehung zu finden (Messstelle 7). In dieser Höhe ist aber die starke Erwärmtheit der Messstelle 7 ausser dem Windschutz ein Ergebnis anderer Wirkungen. Nämlich die 150 cm Höhe über dem Grund der Windverwehung steht beiläufig in gleicher Höhe wie der über der Windverwehung erdenkte Teil der Dünenoberfläche, und so steht sie in gewissem Masse unter der Wirkung der stark erwärmten Luftschicht über der Dünenoberfläche. Als dessen Erfolg die Erwärmtheit der 150 cm Höhe an der Messstelle 7 war die höchste zwischen den Messstellen, auch an diesen Tagen — mit Ausnahme 15 — an welchen der Wind von der vorherrschenden Windrichtung wehte, und der Mittelwert ihrer Hochperiode wurde auch am 15 nur von demselben der Messstelle 5 mit einem Zehntelgrad durchgeschritten. In Übereinstimmung mit diesen sind die täglichen Mittelgradienten auch sehr niedrig an der Messstelle 7, nach den Gradienten der Messstelle 5 die niedrigsten.

Die Wirkung der Böschung der Messstelle 1 kommt in 150 cm Höhe schon nicht in so grossem Masse zur Geltung, wie in niedrigeren Höhen und so die Er-

wärmtheit des Gebietes der Messstelle erreicht schon nicht dieselben der Messstellen 7 und 5. An der Messstelle 6 konnten wir an den 4 letzten Tagen — wegen Instrumentfehler — keine Beobachtungen durchführen, aber von den Angaben der ersten 7 Tagen ist es klar, dass die Erwärmtheit der Messstelle 6 etwas niedriger ist, als die der mit ähnlichen Vegetation bedeckten Messstelle 5 (und Messstelle 1). Womit die sandliche Moosschicht nur eine engere Umgebung der Messstelle 6 bedeckte und nicht die ganze Böschung, an welcher die Messstelle gelagert war, kann man vorstellen, dass in 150 cm Höhe schon die Wirkung der ungünstigen Böschungsexposition zur Geltung kommt, welche Wirkung noch in niedrigeren Höhen von der Moosschicht noch ausgeglichen werden konnte.

Die Erwärmtheit der Messstelle 9 — im Gegenteil zu dem in niedrigeren Höhen ausgebildeten Verhältniss — ist in 150 cm Höhe grösser als dieselbe der Messstelle 2. In dieser Erscheinung kann die höhere Lage der Messstelle 2 eine Rolle haben. In 5 und 50 cm Höhe hat die steilere Böschung der Messstelle 2 eine grössere Wirkung auf die Erwärmtheit, in 150 cm Höhe nimmt aber die Böschungswirkung sehr ab, denn die Messstelle war nicht am Mitte, sondern am oberen, zu den Dünenrücken geneigten Streifen der Böschung gelagert.

An dem flächen, wüsten Dünenrücken ist die Erwärmtheit der Messstelle 3 in 150 cm Höhe nach derselben der Messstelle 8 die schwächste. In dieser Tatsache spielen dieselben Faktoren die Rolle, wie in der schwachen Erwärmtheit in niedrigeren Höhen der Messstelle, nämlich die relative Höhe der Messstelle, das Mangel der Pflanzendecke, der Böschung und des Luftschutzes. Das macht besonders bemerkenswert die Tatsache, dass an der Messstelle 5 — welche die gleiche Lagerung hat wie die Messstelle 3, nur mit Festucetum Vegetation bedeckt ist, —

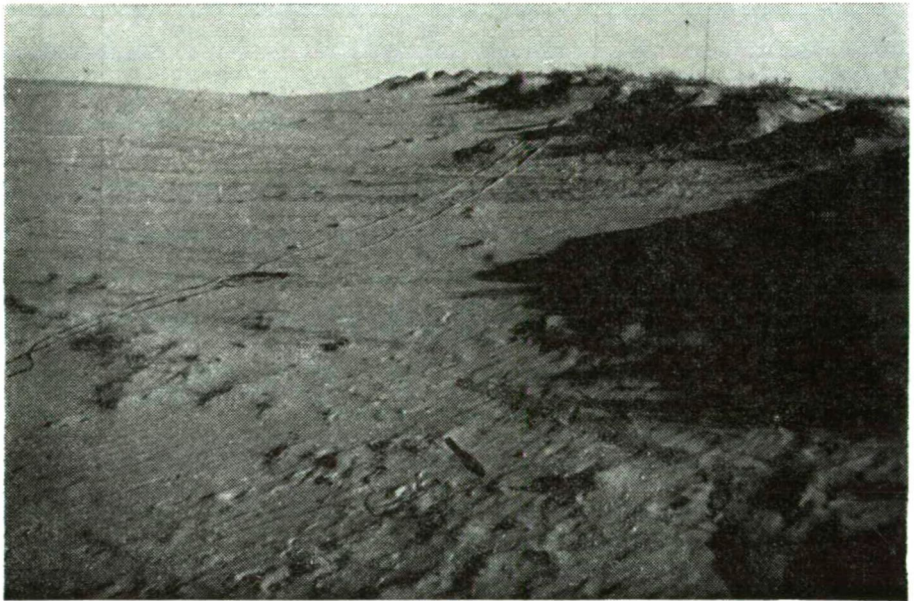


Bild 4. Ein Teil der Windverwehung in der Nähe der Messstelle 7. Im Hintergrund ein Blitzableiter.

die Erwärmtheit viel stärker ist, weiterhin noch, dass die Erwärmtheit der tiefer gelegenen, einen gewissen Windschutz besitzenden und mit relative dichter Vegetation bedeckten Messstelle 8 noch schwächer ist, als die der Messstelle 3.

Zusammenfassung

Zum schnellen Erkennen der Absonderung der Mikroklimare haben wir den Begriff: Mittelwert der »Hochtemperaturperiode« am Tage eingeführt. Dessen Grösse ist auf diesen Zustand irgendeiner Luftschicht charakteristisch, welcher mit dem Wort »Erwärmtheit« bezeichnet wird.

Es ist feststellbar, dass die Erwärmtheit an verschiedenen Stellen der untersuchten Sanddüne verschieden ist, also an der Düne sondern sich Mikroklimare ab. Die Reihenfolge nach der Grösse der an unseren verschiedenen Messstellen beobachteten Erwärmtheit war in 5 und 50 cm Höhe — trotz der verschiedenen Messungstechnik — gleich. In 150 cm Höhe zeigten sich in der Erwärmtheit der Messstellen noch immer Unterschiede, also die Absonderung der Mikroklimare ist noch in dieser Höhe auch zu bemerken. Aber die Reihenfolge der Erwärmtheit nach der Grösse ist in 150 cm Höhe anders, als in niedrigeren Höhen und die Unterschiede zwischen den Werten sind auch kleiner.

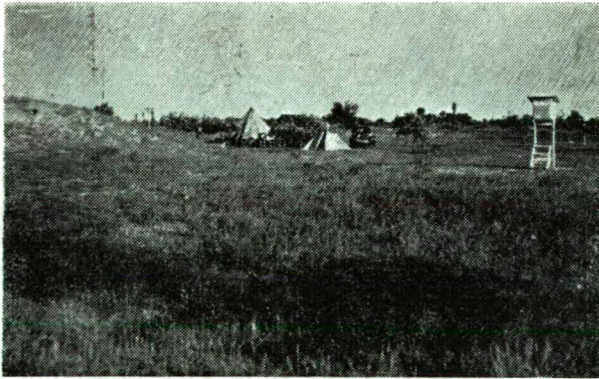


Bild 5. Die Zelte der Zentral-Ablesungseinrichtung. Links auf dem Abhang die Messstelle 9, höher das Kreuz der Messstelle 2 und Blitzableiter. Rechts am Ort aufgestellte Thermometerhütte.

Auf den Mass der Erwärmtheit hatten die Böschungsverhältnisse der Düne grossen Einfluss (grössere Steile als 15° war nicht). Die Erwärmtheit in den vom Wind hergestellten Erosionsformen war — abhängig von Windverhältnissen — höher oder niedriger, als an dem Dünenrücken und im Flächengebiet der Interdünenung. Die Windrichtung hat eine bemerkbare Wirkung auf die Erwärmtheit des Interdünenung-Gebietes und auch sogar auf die der Luftschicht über der Böschung. Das Verhältnis der Erwärmtheit zwischen des Dünenrückens und des Gebietes der Interdünenung hängt von der Windrichtung und auch von dem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens ab, in allgemeinen ist aber die Erwärmtheit am Dünenrücken — der grösseren Höhe entsprechend — schwächer. Eine starke temperaturerhebende Wirkung der sandlichen Moosschichte wurde bemerkt. An

Grunde unserer Angaben kann die Folgerung gezogen werden, dass die zweierlei Vegetation, — welche an der Düne zu finden sind — auf die Grösse der Erwärmtheit in verschiedenen Höhen bzw. auf die Gradientwerte entgegengestzte Wirkung haben. Bei einer Festucetum Vegetation haben sich niedrigere, bei Brometum Vegetation höhere Gradienten gebildet.

LITERATUR

1. Andó, M.: Beitrag zur Bodentemperatur des Flugsandes. Acta Geogr. Szeged, T. 1. 1955.
2. Wagner, R.: A mikroklíma fogalma és módszere a természeti földrajzi kutatásokban. Földrajzi Értesítő, 4. 1955.
3. Wagner, R.: A különböző ökológiai viszonyú területek mikroklímamérési módszerei. Időjárás, 3. 1955.
4. Kiss, A.: Temperaturextreme auf dem Sande von Üllés. Acta Geogr. Szeged, T. 1. 1955.

ANGABEN ZUM MIKROKLIMA VON DREI WERKSTÄTTEN IN SZEGED

Von
R. W A G N E R

Klimatologisches Institut der Universität Szeged

Einführung

Ein Bestreben der Bioklimatologie ist das Komfortgefühl, die Grenzenwerte der klimatologischen Elemente des angenehmen Allgemeinbefindes zu bestimmen. Die meteorologischen Elemente spielen alle eine Rolle in der Ausbildung des Komfortgefühls, aber besonders wichtig sind die Lufttemperatur, die Luftfeuchtigkeit, die Wirkung der Insolation und der Luftbewegung. Diese Werte charakterisieren in einem Innenraum, in einer Arbeitshalle usw. das dort entstandene Raumklima. Die Eigentümlichkeiten des Raumklima bestimmen das Komfortgefühl eines Menschen während der Arbeit und im Ruhestand. Insofern das Raumklima unangenehm ist, haben wir die Möglichkeit es zu ändern, denn in einem Innenraum können wir die Wechselwirkung der Klimafaktoren lenken.

In dieser Abhandlung weise ich auf das Komfortgefühl hin, aber ich habe nicht die Möglichkeit mich eingehend mit der Frage beschaffen, denn wir könnten die Luftströmung nicht genug präzise messen. Wir wollten in erster Reihe die Verhältnissen der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeit in den einzelnen Betrieben kennenlernen. Diese Angaben bieten eine Möglichkeit dar, sie mit dem täglichen Lauf der äusseren Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit zu vergleichen. Deshalb haben wir drei solche Betriebe ausgewählt, welche in ihrer Wesensart ganz verschieden sind. Die *Drehwerkstatt* befindet sich in der Stadt, und steht unter einem wesentlichen Einfluss des Stadtklimas. In der *Eisengusserei* kommen im Folge des Charakters der Arbeit wesentliche innere Wärmewirkungen zur Geltung. Die *Spinnerei* ist klimatisiert, also sie ist eigentlich von der äusseren Temperatur unabhängig.

Die Untersuchungen wurden mit selbstgeplanten Widerstandsthermometern und mit Assmannischen Psychrometern durchgeführt. Die Angaben des äusseren Klimas wurden von der Meteorologischen Station des klimatologischen Instituts der Universität SZEGED genommen. Diese Station ist typisch städtisch, nämlich sie ist in der Höhe des sechsten Stockes an einer Terasse.

In den Betrieben wurden die Beobachtungen mit den Widerstandsthermometern in jeden 15 Minuten, mit den Aspirationspsychrometern in jeder Stunde durchgeführt. Wenn es notwendig war, haben wir auch öfters beobachtet.

Über das Mikroklima einer Drehwerkstatt

In der Werkstatt wurde die erste Psychrometerstation neben einer grossen Revolver-Drehbank, die zweite neben einer kleinen Drehbank aufgestellt. Im Hof war die dritte Psychrometerstation, ein Widerstandsthermometer haben wir in der Höhe 4,50 m vom Boden, 20 cm über dem Dach versetzt.

Die Widerstandsthermometer No. 4 und 8. wurden am Betonboden, No. 5 am Plafond aufgestellt. Diese Thermometer haben nicht die Lufttemperatur, sondern die Oberfläche-Temperatur des Beton- bzw. Plafondmaterials gemessen. Die Anordnung der Instrumente wird durch die beiliegende Skizze gezeigt. (Abb. 1.)

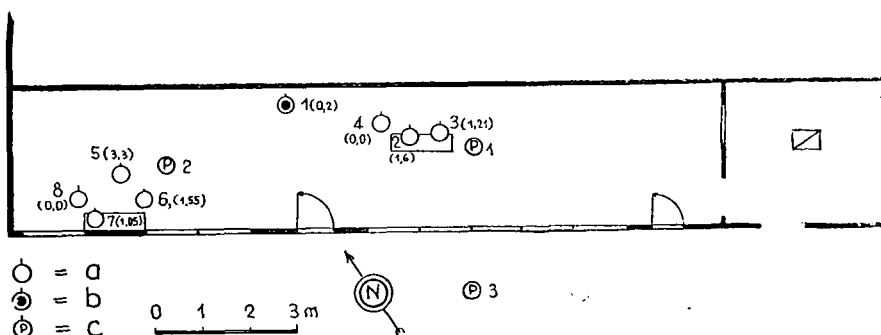


Abb. 1. Drehwerkstatt.

a = Widerstandsthermometer. Die im Klammer stehenden Nummer bedeuten den Abstand vom Boden in Metern. b = Widerstandsthermometer 20 cm über dem Dach. c = Beobachtungsstellen mit Psychrometern.

Während der Untersuchung hat die Meteorologischen Station des Klimatologischen Instituts der Universität SZEGED die in Tabelle I. zusammengestellten Angaben beobachtet.

Die Beobachtungen haben wir nach dem Versetzen der Instrumente am 13. Juli um 15^h45^m begonnen. An diesem warmen Sommertag waren Gewitter und Schauer.

TABELLE I.

| Tag | Lufttemperatur °C | | | | | | Luftfeuchtigkeit % | | | |
|-----|-------------------|------|------|------|------|--------|--------------------|-----|-----|--------|
| | max. | min. | 7h | 14h | 21h | Mittel | 7h | 14h | 21h | Mittel |
| 13. | 28,0 | 17,1 | 20,2 | 22,4 | 19,8 | 20,8 | 88 | 71 | 83 | 81 |
| 14. | 25,8 | 17,5 | 19,6 | 25,8 | 20,2 | 21,9 | 89 | 53 | 82 | 75 |
| 15. | 21,6 | 17,0 | 19,0 | 21,0 | 20,0 | 20,0 | 87 | 85 | 88 | 87 |
| 16. | 28,2 | 18,0 | 19,4 | 27,2 | 20,8 | 22,5 | 84 | 47 | 76 | 69 |

| Tag | Bewölkung | | | | Nieder-schlag (mm) | Sonnenschein-dauer (Stunde) |
|-----|-----------|-----|-----|--------|--------------------|-----------------------------|
| | 7h | 14h | 21h | Mittel | | |
| 13. | 0 | 8 | 9 | 5,7 | 6,3 | 10,2 |
| 14. | 8 | 8 | 9 | 8,3 | ny | 5,8 |
| 15. | 9 | 10 | 10 | 9,7 | 1,6 | 0,1 |
| 16. | 10 | 4 | 3 | 5,7 | | 6,1 |

| Tag | Windrichtung und Stärke | | |
|-----|-------------------------|------------------|---------------------|
| | 7h | 14h | 21h |
| 13. | S ₀ | N ₁ | WSW ₁ 1. |
| 14. | NE ₁ | ESE ₂ | SE ₁ 2. |
| 15. | — ₀ | ENE ₁ | NE ₁ 3. |
| 16. | NNE ₁ | NW ₁ | SSW ₂ |

1. 13h30m Ferngewitter, 13h40m Regenschauer, 14h Gewitter, 17h40m Regenschauer, 19h15m—20h10m Gewitter.
2. Am Mittag Ferngewitter, 15h10m Gewitter.
3. 10h30m—10h50m Regenschauer, am Vormittag öfters Regen, 17h10m Regen.

Der 14. Juli war gemässigt warm, der 15. relative kühl, am 16-ten war das Wetter wieder relative warm. Die Werkstatt hat keinen Dachraum, so ist der äusseren Luft nur durch das Schieferdach getrennt. So ist es nicht überraschend, dass an dem Plafond aufgestelltes Thermometer die selben Temperaturschwankungen zeigt, wie das in der 155 cm Höhe aufgestellte. (No. 6.) Die spezielle Erwärmung- und Abkühlungsverhältnisse des Daches und des Bodens versichern

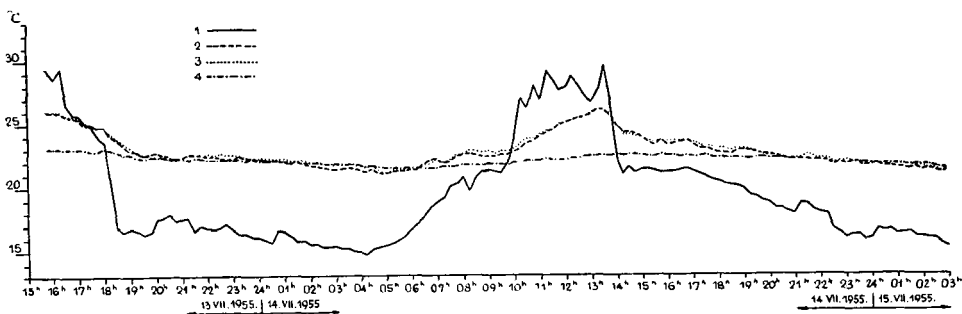


Abb. 2. Der Temperaturlauf im mittleren Teil der Drehwerkstatt und über dem Dach.

1 = 20 cm über dem Dach. 2 = 160 cm hoch. 3 = 121 cm hoch. 4 = am Betonboden.

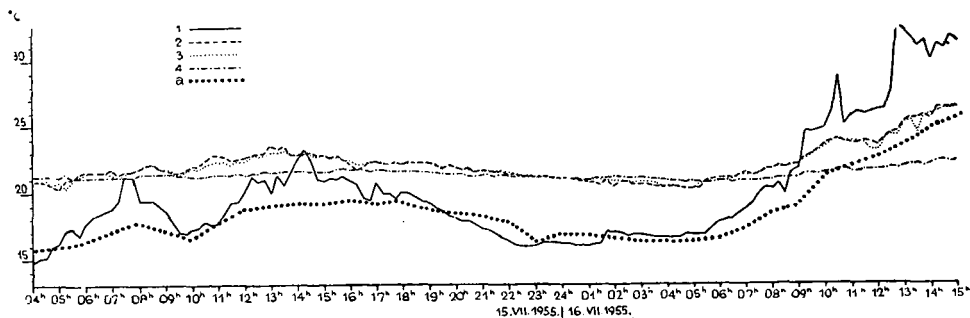


Abb. 3. Der Temperaturlauf im mittleren Teil der Drehwerkstatt und über dem Dach.

Zeichenerklärung wie bei Abb. 2. Temperaturgang an der Klimastation des Klimatologischen Instituts = a.

in der Werkstatt eine spezielle vertikale Temperaturverteilung. Am Tage ist immer das kühleste Schicht der Betonboden, in der Nacht ist es fast gleich mit der Lufttemperatur, aber Frñhmorgen, — in der Dämmerung — wenn auch nur mit einigen zehntel- Graden, ist es immer wärmer. Dieser Temperaturzustand — mit kleineren vertikalen Temperaturgradienten — ist der Gegenteil der im freien Mikroklimagebieten ablaufenden Prozessen. (Abb. 2. Abb. 3. Abb. 4. Abb. 5.)

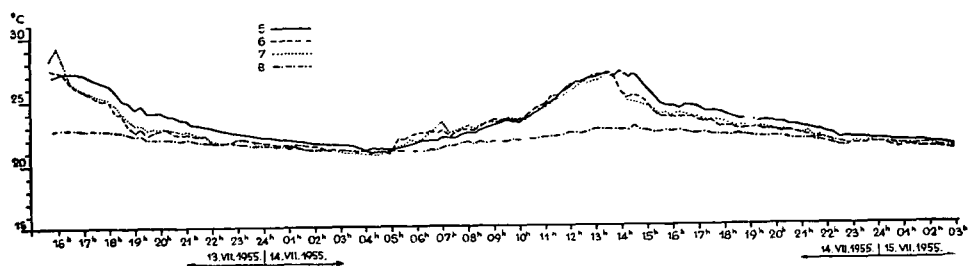


Abb. 4. Der Temperaturlauf in der Nähe der Fenster der Drehwerkstatt.

5 = Die Temperatur des Schiefdaches an der inneren Oberfläche der Werkstatt. 6 = 155 cm hoch.
7 = 105 cm hoch. 8 = am Betonboden.

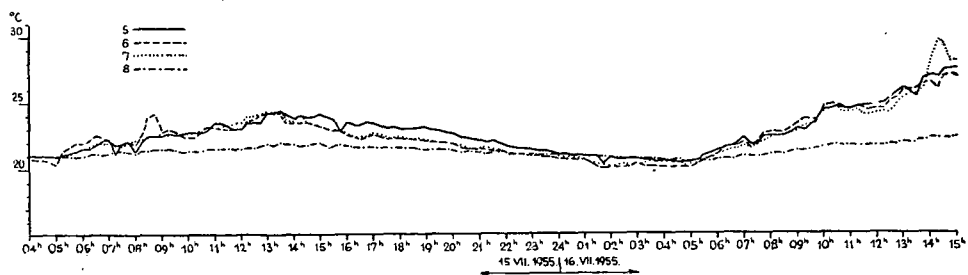


Abb. 5. Der Temperaturlauf in der Nähe der Fenster der Drehwerkstatt.

Zeichenerklärung wie bei Abb. 4.

Die innere Oberfläche der Dachung ist am Tag besonders im Folge der Insolation wärmer, als die Luftmasse des Arbeitsraumes, dagegen in der Nacht hat es nahezu die selbe Temperatur, also in der Abkühlung folgt sie die Temperatur der Luftmasse des Arbeitsraumes. Die Temperaturverhältnissen des Raumes werden durch das im Arbeitssaal aufgenommene Temperatur-Isopletha dargestellt. (Abb. 6.)

Während der Forschungstage waren in jeder Nacht günstige Komfortverhältnisse im Arbeitssaal, wo keine Arbeit und keine Menschen waren. Die Temperaturwerten zwischen 21° und 23° sind unbedingt binnen der gewünschten Komfortbedingungen, die relative Luftfeuchtigkeit übersteigt aber die als obere Grenze der besten Arbeitsbedingungen bezeichnete 65 %. Wir beobachteten in allen Teilen des Arbeitsraumes eine Luftfeuchtigkeit zwischen 70 und 80 %, in der Nacht am 15. und 16.-ten überstieg sie sogar mit einigen Prozentsen 80 %. (Abb. 7., 8.)

Am Tage sind die Verhältnisse nicht so günstig, umzwar man kann sie auch nicht als schlecht bezeichnen. Die ungünstigsten Verhältnisse waren am 14.-ten

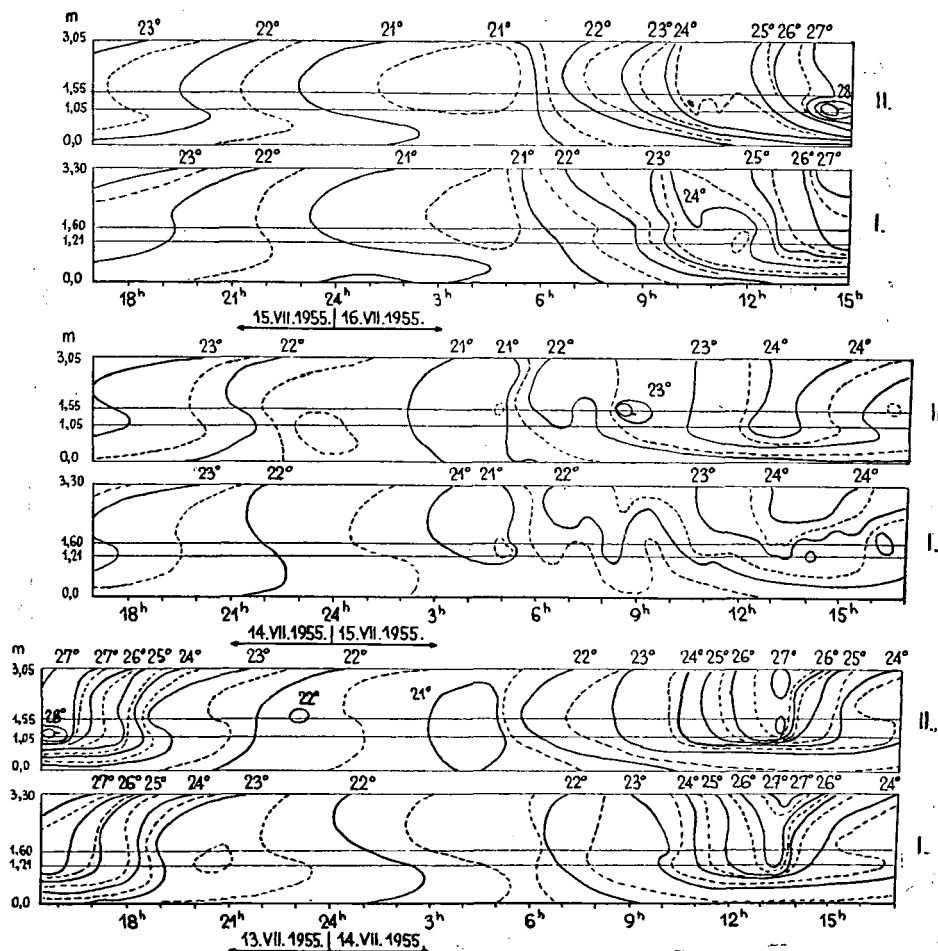


Abb. 6. Temperaturisopletha in der Drehwerkstatt.

I = im NW Teil der Werkstatt. II = im mittleren Teil. Die Nummer an dem rechten Rand der Abb. zeigen die Höhe der Thermometer. In O m zeigen wir die Temperatur des Betonbodens, im 3,3 m die Temperatur der inneren Oberfläche des Schieferdaches.

um 13^h und 14^h, als die beobachteten Werte in der Nähe der grossen Drehbank 26,2° und 71‰; 27,0° und 65‰, bei der kleinen Drehbank 25,5° und 72‰ 26,6° und 66‰ waren. Am 15. Juli — der niedrigen Temperatur der äusseren Luft und dem regnerischen Wetter entsprechend — gleichzeitig den Wasserdampfgehaltes von 85 und 87‰ war die Lufttemperatur 22—23°.

An einzigem Tage unserer Forschungsperiode war der Zustand der Arbeitsraum-Luft ungünstig, als eine daurnede Erwärmung eingetroffen ist. Die Temperaturwerten der äusseren Luft und die Werten der Luftfeuchtigkeit sind: 11^h: 24,2°, 77‰; 12^h: 24,0°, 80‰; 13^h: 24,4°, 75‰; 14^h: 27,4°, 60‰; 15^h: 28,4°, 55‰; 16^h: 28,4°, 56‰; In der selben Zeit an der ersten Station: 11^h: 23,8°, 74‰; 12^h: 24,5°, 75‰; 13^h: 24,3°, 76‰; 14^h: 25,0°, 71‰; 15^h: 26,2°, 64‰; 16^h: 26,2°, 65‰.

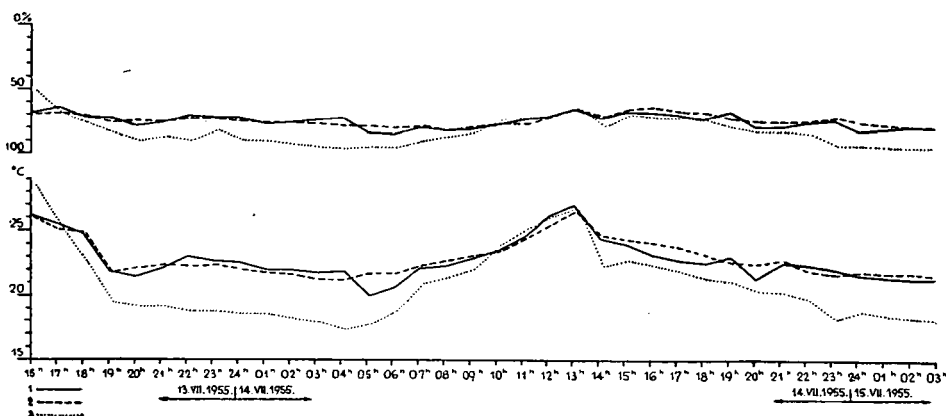


Abb. 7. Der Lauf der Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit nach den Angaben der Assmannschen Aspirationspsychrometer.

1 = im mittleren Teil der Werkstatt. 2 = im NW Teil der Werkstatt. 3 = im Hof.

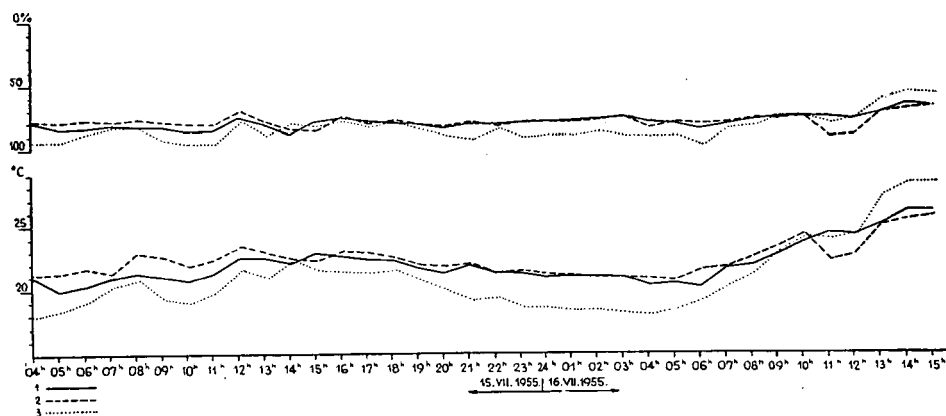


Abb. 8. Der Lauf der Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit nach den Angaben der Assmannschen Aspirationspsychrometer.

Zeichenerklärung wie bei Abb. 6.

Die Werten der zweiten Station sind die folgenden: 11h: 24,4°, 75 ‰; 14h: 25,2°, 71 ‰; 15h: 25,5°, 68 ‰; 16h: 25,8°, 66 ‰.

Daraus können wir feststellen, dass — zwar die Lufttemperatur im freien Platz des Arbeitsraumes niedriger bleibt, als die Temperatur der äusseren Luft, — die relative Feuchtigkeit höher ist als in Freien, so in diesem Fall die Temperatur und der Wasserdampfgehalt gesamt nicht ein günstiges Mikroklima verschaffen.

Es steht dafür die Maximen und Minimen der Lufttemperatur an einer Tabelle durchzuschauen. (Tabelle II.)

TABELLE II.
Temperatur °C

1955.

| Thermometers- nummer | 14. VII. | | | 15. VII. | | | 16. VII. | | |
|-------------------------|----------|------|------|----------|------|-----|----------|------|------|
| | Max. | Min. | ▲ | Max. | Min. | ▲ | Max. | Min. | ▲ |
| 1. | 29,6 | 14,7 | 14,9 | 23,2 | 14,8 | 8,4 | 32,6 | 15,9 | 16,7 |
| 2. | 26,1 | 21,1 | 5,0 | 23,5 | 20,4 | 3,1 | 26,4 | 20,2 | 6,2 |
| 3. | 26,1 | 21,1 | 5,0 | 23,1 | 20,4 | 2,7 | 26,3 | 20,2 | 6,1 |
| 4. | 22,5 | 21,5 | 1,0 | 21,8 | 21,1 | 0,7 | 22,3 | 20,7 | 1,6 |
| 5. | 27,1 | 21,1 | 6,0 | 24,4 | 20,9 | 3,5 | 27,7 | 20,5 | 7,2 |
| 6. | 26,9 | 20,8 | 6,1 | 24,4 | 20,4 | 4,0 | 27,2 | 20,1 | 7,1 |
| 7. | 27,0 | 20,7 | 6,3 | 24,4 | 20,7 | 3,7 | 29,8 | 20,3 | 9,5 |
| 8. | 22,9 | 20,9 | 2,0 | 22,0 | 20,9 | 1,1 | 22,5 | 20,6 | 1,9 |

Diese Tabelle zeigt nicht nur, dass die Temperaturamplitude an bewölkten, an Niederschlag reichen Tagen im Arbeitsraum auch kleiner sind, als an weniger bewölkten Tagen, sondern auch, dass sich auch in so einem schmalen Raum Unterschiede in der täglichen Temperaturamplitude ergeben. Nämlich, dass die Temperaturamplituden bei der im Mitte des Saales stehenden grossen Drehbank und in der Nähe vom Fenster stehenden kleinen Drehbank nicht nur in Lufttemperatur, sondern auch in der Temperatur des Betonbodens grösser sind.

Über das Mikroklima einer Eisengussfabrik

Abb. 9. stellt die Verteilung der Instrumente dar. Die Skizze ist nur beiläufig und ohne Massverhältnis. Bei der Verteilung der Instrumente müssten wir mit besonderer Aufmerksamkeit die ungestörte Bewegung der Arbeiter sichern, deshalb wurden die elektrischen Thermometer nur ausnahmsweise niedriger als 200 cm aufgestellt.

Die Versuchungen wurden von 3. VII. 1955 19^h bis 5. VII. 17^h durchgeführt.

Die meteorologischen Angaben dieser drei Tage werden nach der Beobachtungen der Meteorologischen Station des Klimatologischen Institutes der Universität SZEGED in Tabelle (III.) zusammengefasst.

Infolge der bedeutenden Strahlung am Tage war die Temperatur um 19^h 15^m in der grossen Giesshalle in der Höhe von 150 cm 27,7°, in der Nähe des Blasofens (2 m hoch) 27,5°, 27,2°, in der kleinen Giesshalle (220 cm hoch) 27,0—27,2°. In der grossen Giesshalle war 7 m hoch noch 28,1° warm, der vertikale Temperaturunterschied in 5,5 m war nur 0,4°, also er näherte die Isothermie. In der Gusserei war der Temperaturunterschied nach den Werten der 150 und 200 cm hoch aufgestellten Thermometer 1,3°.

Diese Werte werden von den Angaben der ersten drei Psychrometerstationen auch unterstützt, wo die Temperatur um 19^h 27,0°, 26,6° und 26,4°, die Luftfeuchtigkeit 49%, 50% und 48% war. Das Temperaturminimum — nach den Angaben am Dach aufgestellten Thermometers — war um 3^h 45^m 19,1°, nach umgänglichen Temperaturerhöhung wird um 3^h 45^m wieder relative niedriger die Temperatur, 19,7°. Die thermischen Minimen in der Gusserei waren — äusser den Thermometern No. 1, 5, 8 und denen die in der grossen Gusserei aufgestellt waren — um 3^h 15^m feststellbar, die anderen Thermometer erreichten um 5^h 15^m die niedrigste Temperatur. (Abb. 10.)

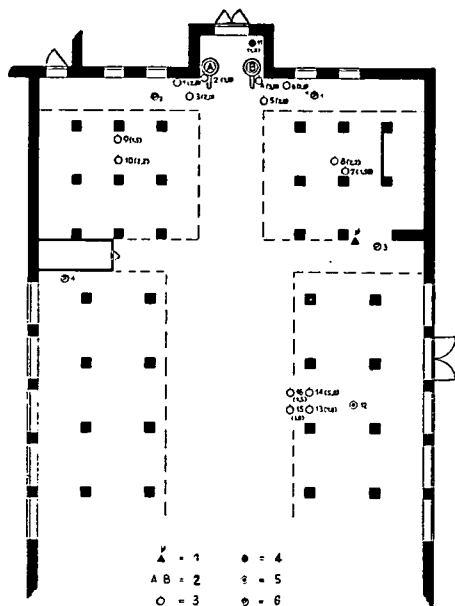


Abb. 9. Grundriss der Eisengusserei.

1 = Fernthermometerzentrum. 2 = Blasöfen. 3 = Widerstandsthermometer. Die im Klammer stehenden Nummer zeigen den Abstand vom Boden in Metern. 1., 2., 3., 4., 5., 6. Thermometer im Kreis des Gusses 7., 8., 9., 10. Thermometer in der kleinen Giesshalle 13., 14., 15., 16. Thermometer in der grossen Giesshalle. 4 = im Speiser aufgestelltes Thermometer. 5 = 20 cm über der Dachung der grossen Giesshalle aufgestelltes Thermometer. 6 = Assmannsche Aspirationspsychrometer.

TABELLE III.

Juli. 1955.

| Tag | Lufttemperatur °C | | | | | | Luftfeuchtigkeit % | | | |
|-----|-------------------|------|------|------|------|--------|--------------------|-----|-----|--------|
| | Max. | Min. | 7h | 14h | 21h | Mittel | 7h | 14h | 21h | Mittel |
| 3. | 31,0 | 17,4 | 22,0 | 30,8 | 25,8 | 26,2 | 62 | 37 | 49 | 49 |
| 4. | 28,0 | 19,4 | 22,0 | 26,4 | 22,2 | 23,5 | 76 | 47 | 65 | 63 |
| 5. | 25,5 | 18,0 | 18,4 | 24,4 | 21,2 | 21,3 | 75 | 38 | 39 | 51 |

| Tag | Bewölkung | | | | Niederschlag (mm) | | Sonnen-scheindauer (Stunde) | Windrichtung und Stärke | | |
|-----|-----------|-----|-----|--------|-------------------|----|-----------------------------|-------------------------|------------------|------------------|
| | 7h | 14h | 21h | Mittel | | | | 7h | 14h | 21h |
| 3. | 1 | 1 | 8 | 3,3 | 1,7 | 1. | 13,9 | S ₁ | S ₃ | SSE ₄ |
| 4. | 5 | 8 | 2 | 5,0 | ny | 2. | 10,2 | SE ₂ | WSW ₃ | W ₂ |
| 5. | 9 | 7 | 5 | 7,0 | | 3. | 3,2 | NNW ₂ | NNW ₄ | NNW ₃ |

1. Niederschlag fiel noch 21h50m am 2. ab.
2. Streifregen in der Morgendämmerung.
3. Streifregen in der Morgendämmerung.

Bei dem Beginn der Arbeit — um 5 Uhr — war beinahe die Temperatur die niedrigste im Arbeitsraum. An den verschiedenen Arbeitsstellen war die Temperatur zwischen 21—23°.

Nach den mit Assmannschen Aspirations-Psychrometern durchgeführten Beobachtungen war die Temperatur um 5^h 22,8°, 22,3° 22,6°, der relative Wasserdampfgehalt der Luft 77%, 76%. Die Luftfeuchtigkeit hat während der Nacht stufenweise zugenommen, um 00^h hat 60% erreicht, bzw. durchgeschritten, um 03^h hat an allen drei Psychrometerstationen 70% durchgetreten, das Maximum hat um 6^h mit 79%, 81% und 82% erreicht.

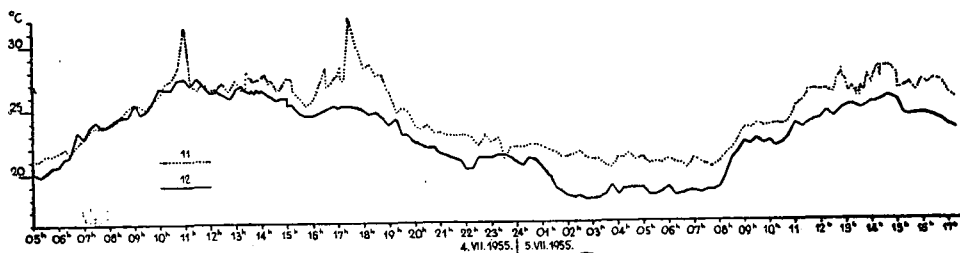


Abb. 10. Temperaturverlauf im Speiser (11) und über dem Dach in Freien (12).

Die Lufttemperatur- und Luftfeuchtigkeit-Angaben zeigen also beim Beginn der Arbeit — die verschiedenen Rechnungen in Achtung nehmend — noch ein günstiges Komfort.

Der äusseren Temperatur entsprechend erwärmen sich die Giesshallen, aber die Temperaturverteilung ist relative gleichmässig. Nach den 150 und 220 cm hoch aufgestellten Thermometern ist der äusserste Temperaturunterschied um 6^h 0,8°; 7^h 1,1°; 8^h 0,8°; 9^h 1,2°; 10^h 0,6°; 11^h 1,4°; 11^h45^m 1,4°.

Während dieser Zeit stieg die Temperatur bis 27°. Die Temperaturverteilung bestätigt, dass der Luftwechsel in den Giesshallen entsprechend ist.

Die Psychrometer — welche an extra Gestellen in nicht benützten Teilen des Arbeitsraumes aufgestellt waren — zeigten um 12^h 27,4° 27,2° und 26,9°. Der Wasserdampfgehalt der Luft war 61%, 54% und 50%. Die Werte erreichten dann schon die Grenze der Schwüleheit.

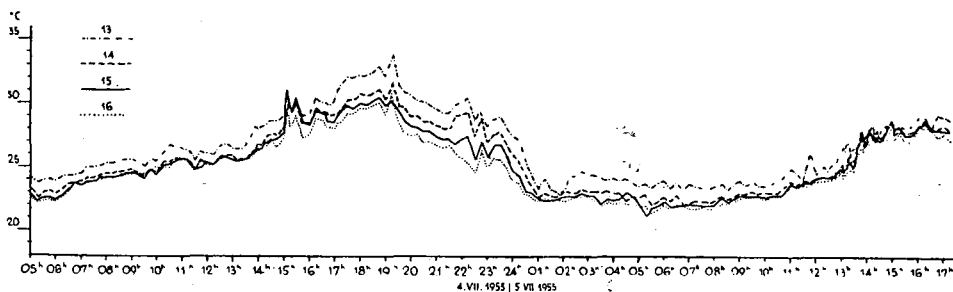


Abb. 11. Der Temperaturverlauf in der grossen Giesshalle.
Anordnung der Thermometer nach Abb. 9.

Die horizontalen Temperaturunterschiede steigerten sich in den Giesshallen von 12 Uhr, aber die Steigerung der Wärme wurde von der äusseren Temperatur erst nach dem um 13^h25^m begonnenen Abzöpfen und Guss unabhängig. Die bisherigen verschiedenen Arbeitsprozesse haben nur in kleinerem Masse gewirkt. Die Temperaturverteilung nach dem Abzöpfen war extrem, aber die erwärmende Wirkung des Gusses drang in alle Teile der Arbeitsräume. (Abb. 11.)

Mit den relative abgelegenen Psychrometern haben wir maximum 30,8°, 29,6° und 28,8° bzw. 49, 48 und 48 % Relative Feuchtigkeit gemessen. An der zweiten Station haben wir auch 44 %, an der dritten 45 % Luftfeuchtigkeit festgestellt.

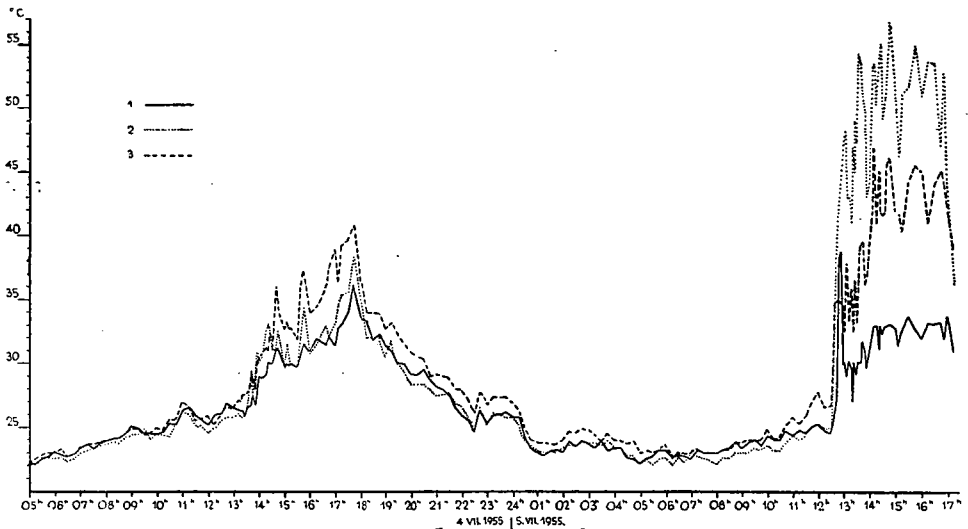


Abb. 12. Die Lufttemperatur im Kreis der Schüttofen.

Guss am 4-ten bei B, am 5-ten bei A. Anordnung der Thermometer nach Abb. 9.

Bei dem Beginn des Abzöpfens trachteten wir die Eisen aufnehmenden Gusstiegel auch mit Psychrometer ernähren. In diesem Falle haben wir 37,2°, 11,0 mm Dampfdruck und 23 % relativ Feuchtigkeit festgestellt. Beim Schlacke-Ausblasen gelang mit dem selben Instrument 42,2° messen. Mit elektrischen Thermometern haben wir wesentlich höhere Temperatur gemessen. Die höchste Temperatur haben wir mit dem bei dem Blasofen 180 cm hoch über der Schmelzwanne aufgestellten Instrument beobachtet. Da war die Temperatur während des Blasens sogar 58,6°. Dieses Thermometer war in der Nähe der Stelle des Blasmeisslers aufgestellt, natürlich der Arbeiter änderte seinen Platz wegen der Ermässigung der Temperaturwirkungen. (Abb. 12., 13.)

Das Thermometer No. 5. wurde über dem Kopf des Arbeiters — der das Halteneis nach dem Erfüllen der Tiegel mit flüssigen Eisen haltet — aufgestellt. Da müssen wir bemerken, dass die Arbeiter — die das Erfüllen der Tiegel warteten — mit 1,5 weiter hinten gestanden, und nur als die Tiegel voll waren, zu den Halteneisen gegangen sind.

In diesem Falle war eine Hitze über 40° , während der Schlackarbeit wurde auch sogar $47,2^{\circ}$ gemessen. Ziemlich hohe Werte waren am 6.-sten Thermometer festzustellen.

Während des Abzopfens und Gusses hat der Temperaturunterschied $8-12^{\circ}$ erreicht, wenn wir die Temperaturerhöhung über der Giesswanne und dieselbe infolge der Schlackarbeit nicht in Betracht nehmen. Dies bedeutet, dass die Giesser gelegentlich aller ihren Wege grossem Temperaturunterschied herausgesetzt waren. Die Luftfeuchtigkeit der Giesshalle ist nicht über 55% gestiegen, in der grossen Giesshalle ist er sogar unter 50% geblieben.

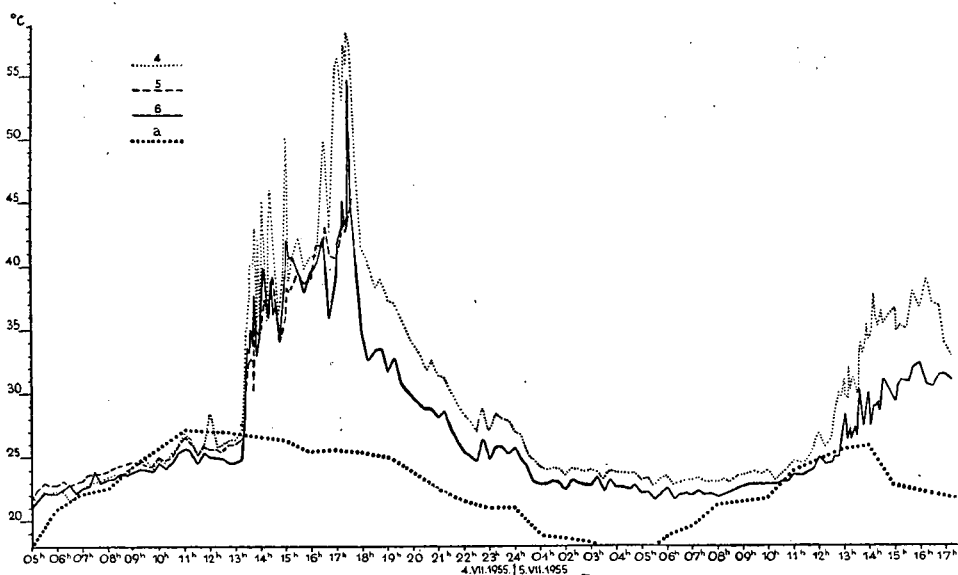


Abb. 13. Lufttemperatur im Kreis der Schüttofen.

Guss am 4-ten bei B, am 5-ten bei A. Anordnung der Thermometer nach Abb. 9. Temperaturgang an der Klimastation des Klimatologischen Instituts = a.

Während einer, in einer kleinen Hose durchgeführten Arbeit schwitzte und notwendigerweise dunstete das ganze Körper. Die infolge der Verdunstung entstehende Kühlwirkung und die relative grosse Temperaturunterschiede haben den Arbeitern das Ertragen der ziemlich hohen Temperatur und der schweren fisikalischen Arbeit versichert.

Das Abzofen wurde um $17^{\text{h}}43^{\text{m}}$ beendet. Auf die Geschwindigkeit des Temperaturausgleichens ist charakteristisch, dass der Temperaturunterschied um $17^{\text{h}}45^{\text{m}}$ noch $12,4^{\circ}$ war, um $18^{\text{h}}01^{\text{m}}$ bis $6,0^{\circ}$, um 19^{h} $4,5^{\circ}$, um 20^{h} $3,9^{\circ}$ abgenommen hat. Natürlich da haben wir die Temperatur beim Blasofen nicht in Betrachtung genommen.

Den Abkühlungslauf am Abend hat die Zerlegung der Gusse, die Sanddrehung, das Giessen gestört, und diese haben eine Übergangstemperaturerhöhung erfolgt. Das Abnehmen der Temperatur ist erst nach 00^{h} ungestört geworden, und sie hat den äusseren Temperaturlauf mässig erfolgt. (Abb. 14.)

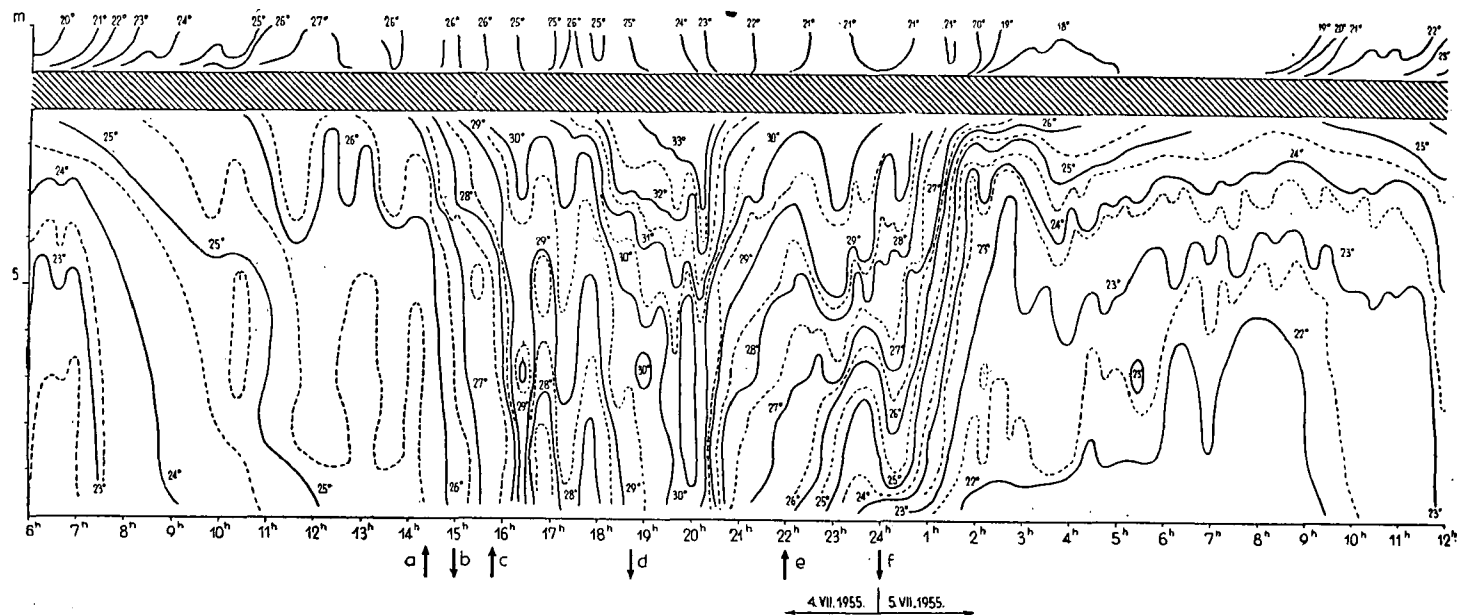


Abb. 14. Temperaturisoplethen in der grossen Giesshalle.

ā = Beginn des Abzopfens; b = Pause im Abzopfens; c = Schalakkierung; d = Ende des Abzopfens;
e = Beginn der Zerlegung der Gusse; f = Drehen und Begiessen des Giessandes.

Die Luftfeuchtigkeit in der Nacht hat 70 %, 75 %, 74 % erreicht, dagegen in der grossen Giesshalle, zwischen den Gussen, hat erst nach 00^h 50 % überstiegen.

Die Temperatur der äusseren Luft war am 5-ten niedriger als am vorigen Tag. Diese Tatsache lässt sich auch in der Temperatur der Giesshallen zeigen. Am Vormittag war die Temperatur im Allgemein mit 2° niedriger, als am vorigen Tag. Nach dem Abzopfen hat die Temperatur dem Arbeitslauf entsprechend zugenommen, in der grossen Giesshalle haben wir aber mit einem Grad niedriger Temperatur beobachtet, als am vorigen Tag in gleichem Stand des Arbeitsgebietes.

Die Luftfeuchtigkeit war niedriger, als am vorigen Tag, die Minima nahmen bis 42 %, 33 % ab. (Abb. 15.)

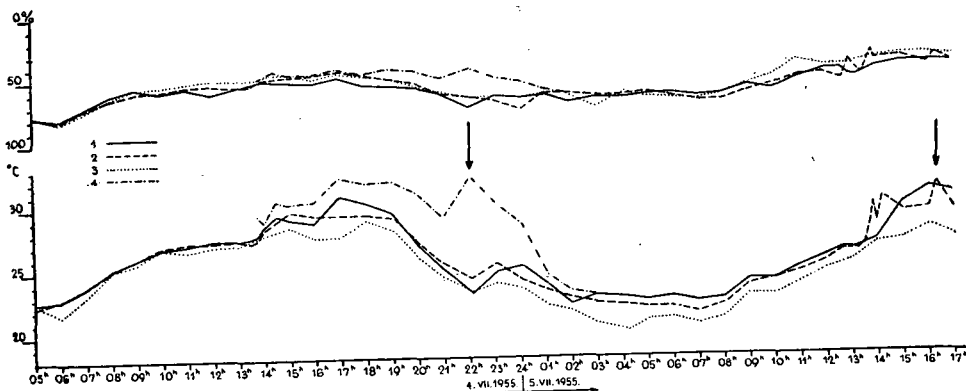


Abb. 15. Lauf der Lufttemperatur und relativen Luftfeuchtigkeit.

Die Anordnung der Assmannschen Aspirationspsychrometer nach Abb. 9. Nach 21h 4. VII. Zerlegung des Gusses, 5. VII. nach 14h Guss in der grossen Giesshalle. Die erste Pfeile zeigt den Beginn der Zerlegung des Gusses, die zweite das Giessen.

Die Temperaturmaximale der Untersuchungstage sind im Sommer — in 50-jährigem Durchschnitt — mehr als an 85 Tagen zu betrachten, also wir haben die Untersuchungen nicht im ausnahmsweise warmen oder heissen Wetter durchgeführt.

Dagegen müssen wir feststellen, dass an diesen mittelmässig warmen Sommertagen im grössten Teil der Arbeitszeit in der Giesshalle ungünstige, von dem Beginn des Abzopfens ung. 8 Stunden lang schlechte Klima-Bedingungen herrschten. In wärmerem Wetter sind diese Bedingungen — mit Rücksicht daran, dass keine klimatisierende oder komfortisierende Einrichtungen zur Verfügung stehen — noch schlechter.

Über das Betriebsklima einer Spinnerei

Die Untersuchungen wurden im 90×90 m grossen, klimatisierten Maschinenraum durchgeführt, wo in einem Teil die Drossel-Spinnerei, in der anderen Hälfte des Saales die Krempel- und Aufwickelapparate waren. Die Beobachtungen haben wir um 12^h52^m am 14. Juli 1955. begonnen, und um 8^h am 20.-ten

beendet. Leider müssten wir am 17-ten — wegen der Arbeitspause — die Beobachtungen aussetzen.

Die Untersuchungen wurden teilweise gleichzeitig mit den Untersuchungen in der Drehwerkstatt in SZEGED (von 13^h 14. VI. 1955-bis 16^h 16.) durchgeführt.

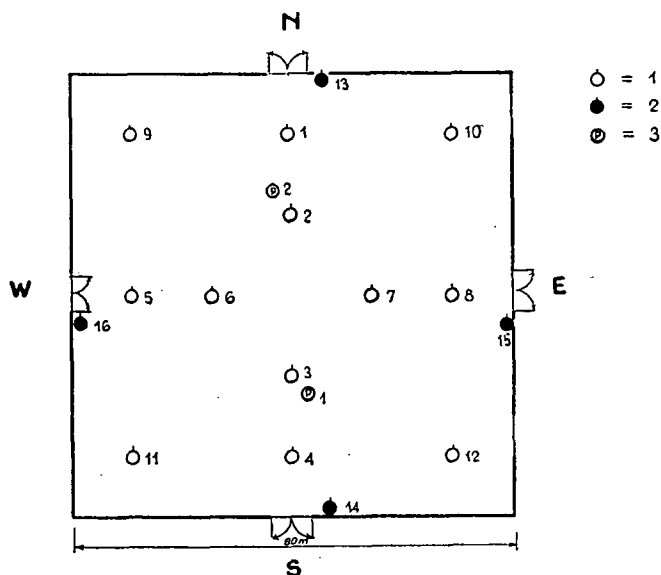


Abb. 16. Anordnung der Instrumente in der Spinnerei.

1 = Widerstandsluftthermometer. 2 = Widerstandswandthermometer. 3 = Aspirationspsychrometer.

Die Klimaverhältnisse wurden an warmen Sommertagen, an einem kühlen und an einem heissen Tag beobachtet. Die Angaben der Meteorologischen Station der Universität sind in Tabelle (IV) zusammengefasst.

Die Wetterverhältnisse während der Untersuchungen waren verschieden. Das müssen wir aus dem Gesichtspunkt der Untersuchungen als günstig bezeichnen, denn so erkannten wir den klimatisierten Saal zwischen verschiedenen Verhältnissen.

Die Instrumente wurden einheitlich in 160 cm Hohe aufgestellt, im Raum gleichmässig verteilt, wie es Abb. (16.) zeigt.

Ausser zwei Psychrometerstationen haben wir mit einer dritten an verschiedenen Stellen des Saales beobachtet, denn es war feststellbar, dass die Temperaturverteilung der Luftmasse im Raum nicht gleichmässig war.

Es ist nach den Angaben der im Saale geordneten 16 Widerstandsthermometer feststellbar, dass der Temperaturgang im Raume am Tage von äusseren Temperaturverteilung und die geringe Temperaturschwankung soll die Tabelle (V.) beweisen, an welcher die Maximen und Minimen der Wand- und Lufttemperatur und zum Vergleichen die Angaben der Meteorologischen Station von SZEGED geschildert sind.

TABELLE IV.

Juli. 1955.

| Tag | Lufttemperatur °C | | | | | | Luftfeuchtigkeit % | | | |
|-----|-------------------|------|------|------|------|--------|--------------------|-----|-----|--------|
| | Max. | Min. | 7h | 14h | 21h | Mittel | 7h | 14h | 21h | Mittel |
| 14. | 25,8 | 17,5 | 19,6 | 25,8 | 20,2 | 21,9 | 89 | 53 | 82 | 75 |
| 15. | 21,6 | 17,0 | 19,0 | 21,0 | 20,2 | 20,0 | 87 | 85 | 88 | 87 |
| 16. | 28,2 | 18,0 | 19,4 | 27,2 | 20,8 | 22,5 | 84 | 47 | 76 | 69 |
| 17. | 29,5 | 17,1 | 20,8 | 27,2 | 24,0 | 24,0 | 83 | 51 | 67 | 67 |
| 18. | 28,5 | 19,4 | 21,4 | 28,5 | 25,4 | 25,1 | 70 | 37 | 45 | 51 |
| 19. | 31,5 | 20,4 | 24,4 | 30,2 | 25,4 | 26,7 | 52 | 37 | 61 | 50 |
| 20. | 32,0 | 20,8 | 22,4 | 31,2 | 27,6 | 27,1 | 74 | 38 | 54 | 55 |

| Tag | Bewölkung | | | | Nieder- schlag (mm) | Sonnen- scheindauer (Stunde) | Windrichtung und Stärke | | |
|-----|-----------|-----|-----|--------|---------------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------|--------------------|
| | 7h | 14h | 21h | Mittel | | | 7h | 14h | 21h |
| 14. | 8 | 8 | 9 | 8,3 | ny | 5,1 | NE ₁ | ESE ₂ | SE ₁ 1. |
| 15. | 9 | 10 | 10 | 9,7 | 1,6 | 0,1 | — ₀ | ENE ₁ | NE ₁ 2. |
| 16. | 10 | 4 | 3 | 5,7 | | 6,1 | NNE ₁ | NW ₁ | SSW ₂ |
| 17. | 1 | 9 | 9 | 6,3 | 1,4 | 11,1 | — ₀ | W ₂ | NW ₁ 3. |
| 18. | 1 | 5 | 3 | 3,0 | | 13,5 | N ₂ | NNE ₂ | — ₀ |
| 19. | 4 | 4 | 1 | 3,0 | | 13,5 | — ₀ | WSW ₂ | WSW ₂ |
| 20. | 2 | 2 | 3 | 2,3 | 23,0 | 12,3 | WSW ₁ | WSW ₃ | — ₀ |

1. Am Mittag Ferngewitter, 15h10m Gewitter.
2. 10h30m—10h50m Regenschauer, am Vormittag öfters Regen, 17h10m Regen.
3. 14h30m Ferngewitter, 14h45m Gewitter, 17h Gewitter.

Aus der Tabelle (V.) wird es klar, dass die Temperaturschwankungen des inneren Luftraumes mit der Temperaturveränderung der äusseren Luft nicht im Zusammenhang stehen. Am 15. Juli — als an der Meteorologischen Station die Temperatur — Amplitude nur 4,6° war, — waren die Temperaturschwankungen gross, am 16-ten waren die messbaren Temperaturschwankungen klein gegenüber einem 10,2° Amplitudo am Tage.

Infolge der Klimatisierung sind die Temperaturmaximen am 15. und am 19-ten nahezu dieselben, obwohl das Maximum der äusseren Lufttemperatur 21,6° bzw. 31,5° war. Da müssen wir bemerken (was aus der Tabelle nicht klar wird), dass die Lufttemperaturmaximen und Minimen des Saales am Tage in gegengesetzter Zeitpunkt als dieselben der äusseren Luft eintreffen können.

Aus den Tabellen wird es klar, dass die grössten Temperaturschwankungen besonders in der östlichen Hälfte des Saales, mit den Thermometern No. 10, 7, 8, 12 und 1 zu beobachten sind. Da entstehen relative grössere Temperaturamplituden, denn bei dem Schichtenwechsel wird der grösste Verkehr in der W—E Achse des Raumes, an den östlichen Strecken der am nördlichen Rande ziehenden Wege, bzw. an der östlichen Türen abgewickelt. Natürlich vom Korridor ein-drängende Luftmenge ist nicht klimatisiert.

TABELLE V.
Temperatur °C

1955.

| Thermo- meters- nummer | 15. VII. | | | 16. VII. | | | 18. VII. | | | 19. VII. | | |
|------------------------------|----------|------|----------|----------|------|----------|----------|------|----------|----------|------|----------|
| | Max. | Min. | Max-min. | Max. | Min. | Max-min. | Max. | Min. | Max-min. | Max. | Min. | Max-min. |
| 1. | 30,7 | 27,7 | 3,0 | 29,4 | 27,8 | 1,6 | 29,0 | 27,8 | 1,2 | 30,7 | 27,6 | 3,1 |
| 2. | 28,1 | 26,0 | 2,1 | 27,5 | 25,3 | 2,2 | 26,7 | 25,8 | 0,9 | 28,2 | 25,0 | 3,2 |
| 3. | 27,8 | 25,6 | 2,2 | 27,1 | 25,4 | 1,7 | 26,8 | 25,1 | 1,7 | 28,0 | 24,9 | 3,1 |
| 4. | 28,6 | 26,4 | 2,2 | 27,8 | 26,4 | 1,4 | 27,6 | 26,6 | 1,0 | 28,7 | 25,8 | 2,9 |
| 5. | 30,2 | 27,9 | 2,3 | 29,0 | 28,0 | 1,0 | 28,7 | 27,1 | 1,6 | 30,1 | 27,5 | 2,6 |
| 6. | 28,8 | 26,4 | 2,4 | 28,1 | 26,5 | 1,6 | 27,4 | 26,6 | 0,8 | 28,5 | 25,8 | 2,7 |
| 7. | 30,3 | 25,6 | 4,7 | 29,4 | 26,4 | 3,0 | 28,0 | 25,4 | 2,6 | 29,2 | 25,3 | 3,9 |
| 8. | 28,7 | 24,8 | 3,9 | 27,8 | 25,4 | 2,4 | 27,3 | 25,4 | 1,9 | 28,6 | 24,8 | 3,8 |
| 9. | | | | 30,6 | 29,3 | 1,3 | 30,1 | 27,6 | 2,5 | 32,1 | 29,3 | 2,8 |
| 10. | 30,7 | 27,8 | 2,9 | 29,2 | 27,0 | 2,2 | 29,0 | 26,5 | 2,5 | 30,7 | 26,6 | 4,1 |
| 11. | 30,0 | 27,4 | 2,6 | 28,8 | 27,7 | 1,1 | 28,4 | 27,1 | 1,3 | 29,9 | 27,4 | 2,5 |
| 12. | 29,8 | 26,2 | 3,6 | 29,2 | 26,2 | 3,0 | 28,2 | 26,2 | 2,0 | 29,8 | | |
| 13. | 28,2 | 27,2 | 1,0 | 27,6 | 26,7 | 0,9 | 27,6 | 26,1 | 1,5 | 29,5 | | |
| 14. | 28,1 | 26,6 | 1,5 | 27,5 | 26,4 | 1,1 | 27,8 | 26,6 | 1,2 | 28,7 | | |
| 15. | 28,6 | 26,5 | 2,1 | 27,7 | 26,3 | 1,4 | 27,2 | 26,2 | 1,0 | 28,3 | | |
| 16. | 29,8 | 28,2 | 1,6 | 29,0 | 27,9 | 1,1 | 28,8 | 27,7 | 1,1 | 30,1 | | |
| Klima- station | 21,6 | 17,0 | 4,6 | 28,2 | 18,0 | 10,2 | 28,5 | 19,4 | 9,1 | 31,5 | 20,4 | 11,1 |

Es ist charakteristisch, dass die niedrigsten Temperaturwerte an den Thermometern 2, 3, 4, 6, 7, 8 — also im mittleren Teil des Raumes — zu bemerken sind. Dessen Ursache müssen wir in der technischen Ausführung der Klimatisierung suchen.

Dem gleichmässigen Temperaturgang des Saales entsprechend ist auch die Luftfeuchtigkeit relative gleichmässig.

Die maximalen und minimalen Werte der relativen Luftfeuchtigkeit sind in Tabelle (VI.) zusammengefasst.

Als dritte Station werden die äussersten Ergebnisse dieser Messungen, — welche mit wanderndem Psychrometer durchgeführt wurden — dargestellt. An die Schwankungen, die sich hier zeigen, wird in den Weiteren noch hingewiesen.

TABELLE VI.
Luftfeuchtigkeit %.

1955.

| Stations- nummer | 15. VII. | | | 16. VII. | | | 18. VII. | | | 19. VII. | | |
|---------------------|----------|------|----------|----------|------|----------|----------|------|----------|----------|------|----------|
| | Max. | Min. | Max-min. | Max. | Min. | Max-min. | Max. | Min. | Max-min. | Max. | Min. | Max-min. |
| 1. | 55 | 47 | 8 | 54 | 43 | 11 | 56 | 45 | 11 | 61 | 47 | 14 |
| 2. | 61 | 46 | 15 | 64 | 51 | 13 | 58 | 47 | 11 | 62 | 50 | 12 |
| 3. | 69 | 39 | 30 | 57 | 36 | 21 | 56 | 34 | 22 | 63 | 33 | 30 |

Die gemessenen Relative-Feuchtigkeitswerte sind der angenehmen Empfindung entsprechend, auch der maximale Luftfeuchtigkeit ist noch nicht ungünstig. In dieser klimatisierten Werkstatt wird also die obere Grenze der Komfortwert von der Luftfeuchtigkeit selbst noch nicht übergetreten. Die Lufttemperatur ist aber hoch. Die niedrigsten Temperaturwerte sind auch an der oberen Grenze der Komfortzone, die Temperaturmaximen — die Luftfeuchtigkeit auch in Betracht nehmend — ernähren die Grenzwerte eines Zustandes, der als schwül gekennzeichnet wird.

Die ungünstigsten Wirkungen werden noch von der durch die Lüftung der Maschinen ausströmenden, zur Umgebung gemäss warmen Luft gesteigert. Die Ergebnisse unserer Untersuchungen welche wir über den Lüftern mit Assmannsche Aspirationspsychrometern durchgeführt hatten, beweisen das.

Diese Ergebnisse werden in Tabelle (VII.) zusammengefasst.

TABELLE VII.

Juli. 1955.

| Tag | Zeit | | T_a | $T_a - T_h$ | P_a | U_a |
|-----|------|----|-------|-------------|-------|-------|
| | h | m | | | | |
| 15. | 10 | 35 | 32,0 | 4,0 | 15,5 | 43 |
| | 12 | 50 | 32,5 | 4,6 | 16,0 | 43 |
| 16. | 4 | 50 | 30,6 | 3,3 | 13,5 | 41 |
| | 6 | 35 | 31,0 | 3,9 | 14,0 | 41 |
| | 10 | 20 | 30,8 | 3,8 | 14,4 | 43 |
| | 14 | 40 | 32,4 | 4,2 | 13,3 | 36 |
| 18. | 13 | 50 | 31,2 | 4,3 | 13,9 | 41 |
| | 15 | 20 | 34,4 | 6,8 | 14,0 | 34 |
| | 21 | 14 | 33,0 | 6,0 | 15,0 | 40 |
| 19. | 11 | 13 | 31,6 | 4,7 | 15,0 | 43 |
| | 11 | 24 | 31,3 | 4,2 | 14,2 | 41 |
| | 12 | 26 | 34,6 | 5,2 | 15,5 | 37 |
| | 14 | 22 | 34,0 | 4,3 | 15,6 | 39 |
| 20. | 02 | 20 | 35,0 | 6,9 | 14,7 | 35 |
| | 03 | 35 | 31,0 | 3,1 | 15,7 | 46 |

In dieser Tabelle (VII.) sind die Werte über den Lüftern: T_a = die Lufttemperatur °C; P_a = Dampfdruck in mm; U_a = Luftfeuchtigkeit in %; $T_a - T_h$ = Temperaturunterschied zwischen der Lufttemperatur über den Lüfter und zwischen der Werte des zu ihm nahesten stehenden Widerstands thermometers. Wir müssen bemerken, dass die T_h Wert den Mittelwerten zwei Thermometer bestimmt wurde, wenn die Lage der in Untersuchung stehenden Maschine es so gefordert hat.

Diese Angaben bestätigen, dass die Lüfter der Maschinen die Temperatur des Raumes wesentlich steigern aber auch die Verringerung der Luftfeuchtigkeit veranlassen. Es wäre erwünschenswert diese Lüfter durch das Dach vom Saale ausführen.

Um die Temperaturverhältnisse zwischen den Maschinen zu erkennen, haben wir auch extra zwischen den Maschinen mit Psychrometern Untersuchungen durchgeführt. In der Tabelle (VIII.) I = Beobachtungen zwischen den Ringspinnen, II = Beobachtungen zwischen anderen Maschinen; T_s = Temperatur zwischen den Maschinen; P_s = Dampfdruck; U_s = Luftfeuchtigkeit;

$T_s - T_h$ = Temperaturunterschied am Grund der zwischen den Maschinen und in der Nähe aufgestellten Thermometern. Tabelle (VIII.)

Diese Angaben zeigen, dass die Lufttemperatur zwischen den Ringspinnen bedeutend höher ist, als zwischen anderen Maschinen. Die Arbeiter kennen diese Teile des Raumes, wo die Verhältnisse ungünstig sind, und ihre Erfahrungen wurden von den Ergebnissen unserer Untersuchungen unterstützt.

TABELLE VIII.

Juli. 1955.

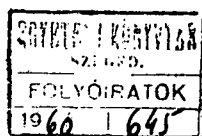
| Tag | Zeit | | I. | | | | m | II. | | | |
|-----|------|----|-------|-------------|-------|-------|----|-------|-------------|-------|-------|
| | h | m | T_s | $T_s - T_h$ | P_s | U_g | | T_s | $T_s - T_h$ | P_s | U_s |
| 15. | 11 | | | | | | 05 | 30,4 | 1,3 | 16,3 | 50 |
| | 11 | 25 | 30,4 | 3,9 | 17,0 | 42 | | | | | |
| | 12 | | | | | | 20 | 30,2 | 1,6 | 16,8 | 52 |
| 16. | 13 | 20 | 34,4 | 4,0 | 16,1 | 39 | | | | | 1. |
| | 6 | 50 | 33,8 | 4,8 | 14,3 | 36 | | | | | |
| | 7 | | | | | | 35 | 28,2 | 0,7 | 14,4 | 50 |
| | 7 | 40 | 25,2 | 0,0 | 15,3 | 63 | | | | | |
| | 7 | | | | | | 50 | 28,0 | 1,2 | 14,5 | 51 |
| 18. | 8 | 35 | 33,4 | 5,3 | 14,5 | 37 | | | | | |
| | 8 | 50 | 30,8 | 4,4 | 14,4 | 43 | | | | | 2. |
| | 11 | | | | | | 25 | 28,6 | 1,0 | 15,5 | 53 |
| | 12 | | | | | | 25 | 29,2 | 1,7 | 15,9 | 52 |
| | 15 | | | | | | 35 | 29,4 | 1,4 | 14,1 | 46 |
| | 15 | | | | | | 40 | 30,6 | 0,7 | 13,9 | 42 |
| | 17 | 37 | 31,9 | 4,3 | 14,9 | 42 | | | | | |
| | 18 | 13 | 29,0 | 1,8 | 14,3 | 48 | | | | | 3. |
| | 18 | | | | | | 22 | 31,8 | 1,9 | 14,6 | 41 |
| | 19 | | | | | | 35 | 31,4 | 1,7 | 15,1 | 44 |
| | 19 | 40 | 31,6 | 4,4 | 15,0 | 43 | | | | | |
| | 22 | | | | | | 35 | 31,6 | 1,6 | 15,7 | 45 |

1. Zwischen den Streichmaschinen.
2. Am Ende der Maschinenreihe.
3. Am Rand.

Als Ergebnis der Beobachtungen müssen wir feststellen, dass in dem mächtigen klimatisierten Saal — teilweise infolge der Wärmewirkung der Maschinen — verschiedene Mikroklimatologische Verhältnisse herrschen. Der Zustand der Luft erreicht die Grenze der Schwülheit, an einigen Teilen zwischen den Ringspinnen übersteigt sie sogar. Obwohl die leicht angezogenen Arbeiter eine ausgezeichnete Leistung zeigen, müssen wir am Grunde unserer Beobachtungen doch feststellen, dass das Mikroklima als »angenehm« nicht gekennzeichnet werden kann. Das Hindernis die Feuchtigkeit der Luft über 60% erfolgt die Steigerung der Lufttemperatur aber die Komfortbedingungen werden nicht erreicht.

ARGUMENTUM

| | |
|---|----|
| <i>Wagner, R.</i> : Angaben zum Mikroklima der Reisfelder in Kopáncs — — | 3 |
| <i>Herváth, I.</i> : The effect of deep and surface manuring on the temperature and water content of sand soils — — — — — | 29 |
| <i>Andó, M.</i> : Die Einwirkung der Donau und der Oberflächenformen auf die mikroklimatischen Verhältnisse des Uferrandes bei Alsógöd — | 45 |
| <i>Kiss, Á.</i> : Angaben zur Erwärmtheit einer Sanddüne — — — — | 55 |
| <i>Wagner, R.</i> : Angaben zum Mikroklima von drei Werkstätten in Szeged — | 73 |



Kiadásért felelős: Wagner Richárd egyetemi tanár

Megjelent 1000 példányban.

Terjedelem 8 A/5 ív